

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-396315

出 願 人

Applicant(s):

株式会社半導体エネルギー研究所

2001年10月19日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3091638

【書類名】 特許願

【整理番号】 P005391

【提出日】 平成12年12月26日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 田中 幸一郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 中嶋 節男

【特許出願人】

【識別番号】 000153878

【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002543

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の作製方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に半導体膜を形成する第 1 の工程と、
パルス発振型の固体レーザを光源とするレーザ光を複数のレーザ光に分割して前記半導体膜の同一領域に照射する第 2 の工程と、

を有し、

前記第 2 の工程において、前記複数のレーザ光のうち少なくとも 1 つのレーザ光は他のレーザ光より遅延して前記半導体膜の同一領域に照射することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記パルス発振型の固体レーザを光源とするレーザ光の s 成分および p 成分で分割して前記半導体膜の同一照射面に照射することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3】 請求項 1 において、前記レーザ光および前記複数のレーザ光の出力時間は、1 ～ 5 0 n s であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4】 請求項 1 において、前記レーザ光および前記複数のレーザ光の出力時間は、1 ～ 2 0 n s であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 5】 請求項 1 において、前記レーザ光および前記複数のレーザ光の出力時間は、1 ～ 1 0 n s であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 6】 基板上に半導体膜を形成する第 1 の工程と、
複数のパルス発振型の固体レーザを光源とする複数のレーザ光を前記半導体膜の同一領域に照射する第 2 の工程と、
を有し、

前記第 2 の工程において、前記複数のレーザ光のうち少なくとも 1 つのレーザ光は他のレーザ光より遅延して前記半導体膜の同一領域に照射することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 7】 基板上に半導体膜を形成する第 1 の工程と、
複数のパルス発振型の固体レーザを光源とする複数のレーザ光を前記半導体膜の同一領域に照射する第 2 の工程と、

を有し、

前記複数のパルス発振型の固体レーザのうち、少なくとも1つのパルス発振型の固体レーザは、他のパルス発振型の固体レーザより遅延して発振させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 8】 請求項 6 または 7 において、前記複数のレーザ光の出力時間は、 $1 \sim 50 \text{ ns}$ であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 9】 請求項 6 または 7 において、前記複数のレーザ光の出力時間は、 $1 \sim 20 \text{ ns}$ であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 10】 請求項 6 または 7 において、前記複数のレーザ光の出力時間は、 $1 \sim 10 \text{ ns}$ であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 11】 基板上に半導体膜を形成する第 1 の工程と、
パルス発振型の固体レーザを光源とする第 1 のレーザ光を第 2 のレーザ光および第 3 のレーザ光に分割して前記半導体膜の同一領域に照射する第 2 の工程と、
を有し、

前記第 2 の工程において、前記第 2 のレーザ光は前記第 3 のレーザ光より遅延して前記半導体膜の同一領域に照射することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 12】 請求項 11 において、前記第 2 のレーザ光は前記第 1 のレーザ光の s 成分であり、前記第 3 のレーザ光は前記第 1 のレーザ光の p 成分であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 13】 請求項 11 において、前記第 2 のレーザ光は前記第 1 のレーザ光の p 成分であり、前記第 3 のレーザ光は前記第 1 のレーザ光の s 成分であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 14】 請求項 11 において、前記第 1 のレーザ光および前記第 2 のレーザ光および前記第 3 のレーザ光の出力時間は、 $1 \sim 50 \text{ ns}$ であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 15】 請求項 11 において、前記第 1 のレーザ光および前記第 2 のレーザ光および前記第 3 のレーザ光の出力時間は、 $1 \sim 20 \text{ ns}$ であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 16】 請求項 11 において、前記第 1 のレーザ光および前記第 2 のレ

ーザ光および前記第 3 のレーザ光の出力時間は、1 ～ 1 0 n s であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 7】 請求項 1 1 において、前記第 2 のレーザ光は、前記第 3 のレーザ光と同じ強度、もしくは、前記第 3 のレーザ光より低い強度を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 8】 請求項 1 1 または請求項 1 7 において、前記第 2 のレーザ光を照射する際の前記半導体膜は、前記第 3 のレーザ光によって溶融していることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 1 9】 請求項 1 1 または請求項 1 7 または請求項 1 8 のいずれか一項において、前記第 2 のレーザ光が遅延させられる時間は、3 0 n s 以下であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 0】 請求項 1 1 において、前記第 2 のレーザ光は、前記第 3 のレーザ光と同じ強度、もしくは前記第 3 のレーザ光より高い強度を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 1】 請求項 1 1 または請求項 2 0 のいずれか一項において、前記第 2 のレーザ光および前記第 3 のレーザ光が照射されることにより、前記半導体膜が溶融することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 2】 請求項 1 乃至 2 1 のいずれか一項において、前記パルス発振型の固体レーザは N d : Y A G レーザ、N d : Y L F レーザ、N d : Y V O ₄ レーザ、もしくは N d : Y A l O ₃ レーザから選ばれた一種であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 3】 基板上に半導体膜を形成する第 1 の工程と、
第 1 のパルス発振型の固体レーザおよび第 2 のパルス発振型の固体レーザを光源とする第 1 のレーザ光および第 2 のレーザ光を前記半導体膜の同一領域に照射する第 2 の工程と、
を有し、
前記第 2 の工程において、前記第 1 のレーザ光は前記第 2 のレーザ光より遅延して前記半導体膜の同一領域に照射することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 4】 基板上に半導体膜を形成する第 1 の工程と、

第 1 のパルス発振型の固体レーザおよび第 2 のパルス発振型の固体レーザを光源とする第 1 のレーザ光および第 2 のレーザ光を前記半導体膜の同一領域に照射する第 2 の工程と、

を有し、

前記第 1 のパルス発振型の固体レーザは前記第 2 のパルス発振型の固体レーザより遅延して発振させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 5】 請求項 2 3 または 2 4 において、前記第 1 のレーザ光および前記第 2 のレーザ光の出力時間は、1 ～ 5 0 n s であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 6】 請求項 2 3 または 2 4 のいずれか一項において、前記第 1 のレーザ光および前記第 2 のレーザ光の出力時間は、1 ～ 2 0 n s であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 7】 請求項 2 3 または 2 4 において、前記第 1 のレーザ光および前記第 2 のレーザ光の出力時間は、1 ～ 1 0 n s であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 8】 請求項 2 3 または 2 4 において、前記第 1 のレーザ光は、前記第 2 のレーザ光と同じ強度、もしくは、前記第 2 のレーザ光より低い強度を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2 9】 請求項 2 3 および 2 4 および 2 8 のいずれか一項において、前記第 1 のレーザ光を照射する際の前記半導体膜は、前記第 2 のレーザ光によって溶融していることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3 0】 請求項 2 3 および 2 4 および 2 8 および 2 9 のいずれか一項において、前記第 1 のレーザ光が前記光路長によって前記第 2 のレーザ光より遅延させられる時間は、3 0 n s 以下であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

。

【請求項 3 1】 請求項 2 3 または 2 4 において、前記第 1 のレーザ光は、前記第 2 のレーザ光と同じ強度、もしくは前記第 2 のレーザ光より高い強度を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3 2】 請求項 2 3 または 2 4 および 3 1 において、前記第 1 のレーザ

光および前記第 2 のレーザ光が照射されることにより、前記半導体膜が溶融することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3 3】 請求項 2 3 または 2 4 において、前記第 1 のパルス発振型の固体レーザおよび前記第 2 のパルス発振型の固体レーザは Nd : YAG レーザ、Nd : YLF レーザ、Nd : YVO₄ レーザ、もしくは Nd : YAlO₃ レーザから選ばれた一種であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3 4】 請求項 1 および 6 および 7 および 1 1 および 2 3 および 2 4 のいずれか一項において、前記半導体膜は、珪素を含む膜であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3 5】 請求項 1 乃至 3 4 のいずれか一項において、前記半導体装置は、液晶表示装置または発光装置であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3 6】 請求項 1 乃至 3 4 のいずれか一項において、前記半導体装置は、携帯電話、ビデオカメラ、デジタルカメラ、プロジェクター、ゴーグル型ディスプレイ、パーソナルコンピュータ、DVD プレイヤー、電子書籍、または携帯型情報端末であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明はレーザ光を用いた半導体膜のアニールを工程に含む半導体装置の作製方法に関する。なお、ここでのいう半導体装置とは、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を指し、液晶表示装置や発光装置等の電気光学装置及び該電気光学装置を部品として含む電子装置も含まれるものとする。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、ガラス等の絶縁基板上に形成された半導体膜に対し、レーザアニールを施して、結晶化させたり、結晶性を向上させる技術が広く研究されている。上記半導体膜には珪素がよく用いられる。

【0 0 0 3】

ガラス基板は、従来よく使用されてきた合成石英ガラス基板と比較し、安価で

加工性に富んでおり、大面積基板を容易に作製できる利点を持っている。これが上記研究の行われる理由である。また、結晶化に好んでレーザが使用されるのは、ガラス基板の融点が低いからである。レーザは基板の温度を余り上昇させずに、半導体膜のみ高いエネルギーを与えることが出来る。また、電熱炉を用いた加熱手段に比べて格段にスループットが高い。

【 0 0 0 4 】

結晶質半導体は多くの結晶粒から出来ているため、多結晶半導体膜とも呼ばれる。レーザアニールを施して形成された結晶質半導体膜は、高い移動度を有するため、この結晶質半導体膜を用いて薄膜トランジスタ (T F T) を形成し、例えば、1枚のガラス基板上に、画素駆動用と駆動回路用のT F Tを作製する、モノリシック型の液晶電気光学装置等に盛んに利用されている。

【 0 0 0 5 】

また、出力の大きい、エキシマレーザ等のパルス発振器から発振されたレーザ光を、照射面において、数 c m 角の四角いスポットや、長さ 1 0 c m 以上の線状となるように光学系にて加工し、レーザ光を走査させて(あるいはレーザ光の照射位置を被照射面に対し相対的に移動させて)、レーザアニールを行なう方法が量産性が高く工業的に優れているため、好んで使用されている。

【 0 0 0 6 】

特に、線状ビームを用いると、前後左右の走査が必要なスポット状のレーザ光を用いた場合とは異なり、線状ビームの長尺方向に直角な方向だけの走査で被照射面全体にレーザ照射を行なうことが出来るため、量産性が高い。長尺方向に直角な方向に走査するのは、それが最も効率の良い走査方向であるからである。この高い量産性により、現在レーザアニール法にはパルス発振エキシマレーザ光を適当な光学系で加工した線状ビームを使用することが、T F Tを用いる液晶表示装置の製造技術の主流になりつつある。

【 0 0 0 7 】

ここで、半導体膜にレーザ光を照射した後の前記半導体膜の結晶化について説明する。半導体膜にレーザ光を照射すると、前記半導体膜は溶融する。しかし、時間が経過するにつれて前記半導体膜の温度は下がり、結晶核が生成される。前

記半導体膜において、無数に均一な（あるいは不均一な）結晶核が生成し、成長することで、結晶化は終了する。この場合に得られる結晶粒の位置と大きさはランダムなものとなる。結晶粒内と比較して、結晶粒の界面（結晶粒界）は非晶質構造や結晶欠陥などに起因する再結合中心や捕獲中心が無数に存在している。この捕獲中心にキャリアがトラップされると、結晶粒界のポテンシャルが上昇し、キャリアに対して障壁となるため、キャリアの電流輸送特性を低下することが知られている。特にチャネル形成領域の半導体膜の結晶性は、T F Tの電気的特性に重大な影響を及ぼすが、結晶粒界の影響を排除して単結晶の半導体膜で前記チャネル形成領域を形成することはほとんど不可能であった。

【 0 0 0 8 】

また、結晶粒の成長距離は、結晶化時間と成長速度の積に比例することが知られている。ここで、結晶化時間とは、図 2 8 に示すように、半導体膜中に結晶核が生成されてから半導体膜の結晶化が終了するまでの時間のことである。半導体膜が溶融してから結晶化が終了するまでの時間を溶融時間とすると、溶融時間を延ばして、半導体膜の冷却速度を緩やかなものとすれば、結晶化時間が長くなり、大粒径の結晶粒を形成することができる。

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

レーザ光にも様々な種類があるが、一般的にはパルス発振型のエキシマレーザを光源とするレーザ光（以下、エキシマレーザ光という）を用いた結晶化が用いられている。エキシマレーザは出力が大きく、高周波数での繰り返し照射が可能であるという利点を有し、さらにエキシマレーザ光は珪素膜に対しての吸収係数が高いという利点を有する。

【 0 0 1 0 】

エキシマレーザ光を形成するには励起ガスとして、K r F（波長 2 4 8 n m）やX e C l（波長 3 0 8 n m）が用いられる。ところが、K r（クリプトン）やX e（キセノン）といったガスは非常に高価であり、ガス交換の頻度が高くなると製造コストの増加を招くという問題がある。

【 0 0 1 1 】

また、レーザ発振を行なうレーザチューブや発振過程で生成した不要な化合物を除去するためのガス精製器などの付属機器の交換が2～3年に一度必要となる。これらの付属機器は高価なものが多く、やはり製造コストの増加を招くという問題がある。

【 0 0 1 2 】

以上のように、エキシマレーザ光を用いたレーザ照射装置は確かに高い性能を持っているが、メンテナンスに非常に手間がかかり、量産用レーザ照射装置としてはランニングコスト（ここでは稼働に伴い発生する費用を意味する）が高いという欠点も併せ持っている。

【 0 0 1 3 】

そこで、エキシマレーザに比較してランニングコストの低いレーザ照射装置およびそれを用いたレーザアニール方法を実現するために、固体レーザ（結晶ロッドを共振キャビティとしたレーザ光を出力するレーザ）を用いる方法がある。

【 0 0 1 4 】

その理由として、現状の固体レーザは大出力であるが、出力時間は非常に短いことが考えられる。固体レーザの励起方法はLD（レーザダイオード）励起、フラッシュランプ励起等がある。LD励起によって大出力を得るためには、LDに大電流を流す必要がある。そのため、LDの寿命が短くなり、結果的にフラッシュランプ励起に比べてコストが高くなる。このような理由により、LD励起の固体レーザは小出力の装置がほとんどであり、現状では産業用の大出力レーザとしてはまだ開発段階にある。一方、フラッシュランプは極めて強い光を出すことができるため、フラッシュランプによって励起されたレーザは大出力となる。しかしながら、フラッシュランプ励起による発振は、瞬間的に投入されたエネルギーによって励起された原子が一気に放出するので、レーザの出力時間は非常に短くなる。このように、現状の固体レーザは、大出力であるが、出力時間は非常に短くなっている。そのため、固体レーザを用いたレーザ結晶化によって、エキシマレーザを用いたレーザ結晶化を行なって形成される粒径と同程度、もしくはそれ以上の大きさの粒径の結晶粒の形成を実現することは困難になっている。なお、本明細書中において、出力時間とは1パルスにおける半値幅のことを言う。

【0015】

ここで、代表的な固体レーザーの1つであるYAGレーザーを用いて半導体膜の結晶化を行なった。前記YAGレーザーは、フラッシュランプ励起のものを用い、非線形光学素子により第2高調波に変調して珪素膜に照射した。前記YAGレーザーを用いたレーザーアニールによって形成された結晶粒の粒径は、エキシマレーザーを用いて形成される結晶粒と比較して、非常に小さかった。このような結晶粒を有する結晶質半導体膜を用いてTFTを作製すると、TFTの電気的特性に重要な影響を及ぼすチャンネル形成領域において多数の結晶粒界が存在することになり、前記電気的特性を低下させる要因となる。固体レーザーを用いたレーザーアニールによって小さな結晶粒しか形成されない理由として、既に述べたように、現状の固体レーザーは大出力であるが、出力時間は非常に短いことが考えられる。

【0016】

そこで、本発明は、従来に比較して、ランニングコストの低いレーザー照射装置およびそれを用いたレーザーアニール方法において、従来と同程度、もしくはそれ以上の大きさの粒径の結晶粒を形成するためのレーザーアニール方法を用いて作製された半導体装置の作製方法を提供することを課題とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

エキシマレーザーを用いたレーザーアニールによって形成される粒径と同程度、もしくはそれ以上の粒径の結晶粒を形成するのを課題としているため、まず、エキシマレーザー光を半導体膜に照射したときの温度変化について計算を行なった。エキシマレーザー光を図3に示す構造からなる珪素膜に照射し、図3のA～C点において時間に対する温度について計算した。ここで、レーザー光の出力時間を27 nsとし、エネルギー密度は0.1～0.5 Jとした。その結果を図7に示す。図7より、エネルギー密度が高くなるにつれて、結晶化時間および溶融時間が長くなり、冷却速度が緩やかになっていることがわかる。また、A点の温度変化にC点の温度が追従している様子がわかる。

【0018】

大粒径の結晶粒を形成するためには、半導体膜の冷却速度を緩やかなものにす

ることが有効な手段の一つとして挙げられる。具体的には、レーザ光の出力時間を長くして、半導体膜の溶融時間を長くする方法がある。

【 0 0 1 9 】

そこで、YAGレーザの出力時間を長くして、半導体膜に照射したときの温度変化について計算を行なった。図3に示すように、酸化珪素膜上に形成された膜厚50nmの珪素膜に、YAGレーザのレーザ光を照射し、珪素膜表面（A点）、珪素膜と酸化珪素膜の界面（B点）、前記界面から100nm下方の酸化珪素膜（C点）において時間に対する温度について計算した。ここで、珪素膜が溶融する温度は1200Kとした。その結果を図4～6に示す。図4（A）～（D）は出力時間を6.7nsとし、エネルギー密度は0.15～0.4Jとした。図4（E）～（H）は出力時間を20nsとし、エネルギー密度は0.2～0.5Jとした。図5（A）～（D）は出力時間を27nsと、図5（E）～（H）は出力時間を50nsとし、エネルギー密度は0.2～0.5Jとした。図6（A）～（C）は出力時間を100nsとし、エネルギー密度は0.3～0.5Jとした。図6（D）～（F）は出力時間を200nsとし、エネルギー密度は0.4～0.6Jとした。

【 0 0 2 0 】

レーザ光の照射によって、A～C点の温度は上昇して第1の一定温度を保った後、さらに上昇して最高温度に達する。そして、前記A～C点の温度は下降して第2の一定温度を保ち、さらに下降する傾向が見られる。珪素膜の溶融温度を1200Kとして計算しているので、前記第1の一定温度では珪素膜が溶融しており、前記第2の一定温度では珪素膜の固化（結晶化）が起きている。ここで、第2の一定温度の開始時間から終了時間までを結晶化時間とする。結晶化時間が長いほど、冷却速度が緩やかであることを示す。また、第1の一定温度の開始時間から第2の一定温度の終了時間までを珪素膜の溶融時間とすると、同じエネルギー密度では、出力時間が長いほどA～C点において到達する最高温度までの時間が緩やかになり、溶融時間が長くなる。つまり、出力時間が長いほど、冷却速度が緩やかになることが言える。

【 0 0 2 1 】

また、図 1 2 にレーザ光の出力時間に対する結晶化開始時の酸化珪素膜の温度を示す。図 1 2 から、出力時間が長いほど、結晶化開始時の酸化珪素膜の温度が上昇している。また、レーザ光の出力時間が 5 0 n s 以下では、酸化珪素膜の温度が急激に下がっている。つまり、半導体膜の溶融時間を延ばすには、下地膜の温度を高くしておくことも有効であることがわかる。

【 0 0 2 2 】

以上のことから、出力時間が長いほど、結晶化時間および溶融時間が長くなり、冷却速度が緩やかになる。そのため、結晶核の生成密度が低くなり、かつ、結晶化時間が長くなるため、大粒径の結晶粒を形成することができる。つまり、出力時間を長くすることは、結晶粒の大粒径化に有効な手段であると言える。

【 0 0 2 3 】

しかしながら、既に述べたように、現状の固体レーザは大出力であるが、出力時間は非常に短い。例えば、ラムダ・フィジック社製の L 4 3 0 8 型 X e C l エキシマレーザ（波長 3 0 8 n m）の出力時間が 2 7 n s であるのに対し、スペクトラ・フィジック社製の D C R - 3 D 型 N d : Y A G レーザ（波長 5 3 2 n m）の出力時間は 5 ～ 7 n s になっている。

【 0 0 2 4 】

そこで、本発明は、固体レーザ（結晶ロッドを共振キャビティとしたレーザ光を出力するレーザ）を光源とする出力時間の短いレーザ光を半導体膜に照射する場合において、あるレーザ光に対して、遅延させて他のレーザ光を半導体膜に照射することで、前記半導体膜の冷却速度を緩やかなものにし、出力時間の長いレーザ光を半導体膜に照射する場合と同等、もしくはそれ以上の大きさの粒径の結晶粒を形成するレーザアニール方法を工程に含む半導体装置の作製方法を提供する。

【 0 0 2 5 】

このとき、レーザ光は光学系により線状に加工して照射することが望ましい。なお、レーザ光を線状に加工するとは、照射面における形状が線状になるようにレーザ光を加工しておくことを意味する。即ち、レーザ光の断面形状を線状に加工することを意味する。また、ここでいう「線状」は、厳密な意味で「線」を意

味しているのではなく、アスペクト比の大きい長方形（もしくは長楕円形）を意味する。例えば、アスペクト比が10以上（好ましくは100～10000）のもの指す。

【 0 0 2 6 】

前記固体レーザーは一般的に知られているものを用いることができ、YAGレーザー（通常はNd:YAGレーザーを指す）、Nd:YLFレーザー、Nd:YVO₄レーザー、Nd:YAlO₃レーザー、ルビーレーザー、Ti:サファイアレーザー、ガラスレーザーなどを用いることができる。特に、コヒーレント性やパルスエネルギーで優位なYAGレーザーが好ましい。

【 0 0 2 7 】

但し、YAGレーザーの基本波（第1高調波）は1064nmと波長が長いので、第2高調波（波長532nm）、第3高調波（波長355nm）もしくは第4高調波（波長266nm）を用いるのが好ましい。これらの高調波は非線形結晶を用いて得ることができる。

【 0 0 2 8 】

第1高調波は非線形素子を含む波長変調器によって、第2高調波、第3高調波または第4高調波に変調することができる。各高調波の形成は公知の技術に従えば良い。また、本明細書中において、「固体レーザーを光源とするレーザー光」には第1高調波だけでなく、途中で波長を変調した第2高調波、第3高調波及び第4高調波を含むものとする。

【 0 0 2 9 】

また、YAGレーザーで良く用いられるQスイッチ法（Q変調スイッチ方式）を用いても良い。これはレーザー共振器のQ値を十分低くしておいた状態から、急激にQ値を高めてやることにより非常にエネルギー値が高く急峻なパルスレーザーを出力する方法である。これは公知の技術である。

【 0 0 3 0 】

本発明で用いる固体レーザーは、基本的には固体結晶、共振ミラー及び固体結晶を励起するための光源があればレーザー光を出力できるため、エキシマレーザーのようにメンテナンスの手間がかからない。即ち、ランニングコストがエキシマレー

ザに比べて非常に低いため、半導体装置の製造コストを大幅に低減することが可能となる。また、メンテナンスの回数が減れば量産ラインの稼働率も高まるため製造工程のスループット全体が向上し、このことも半導体装置の製造コストの低減に大きく寄与する。さらに、固体レーザーの専有面積はエキシマレーザーに比べて小さいので、製造ラインの設計に有利である。

【 0 0 3 1 】

本発明は、出力時間の短いレーザー光を用いたレーザーアニールにおいて、時間差を設けて複数のレーザー光を照射することで、半導体膜の冷却速度を緩やかなものにし、結晶化の過程で結晶成長に許容される時間を延ばし、その結果として結晶粒の粒径を大きくすることを実現するものである。

【 0 0 3 2 】

そして、結晶粒径の大きい結晶質半導体膜を得ることにより、半導体装置の性能を大幅に向上させることが可能になる。例えば、T F T を例に挙げると、結晶粒径が大きくなることでチャネル形成領域に含まれうる結晶粒界の本数を少なくすることができる。即ち、チャネル形成領域に結晶粒界が 1 本、好ましくは 0 本であるような T F T を作製することも可能となる。また、個々の結晶粒は実質的に単結晶と見なせる結晶性を有することから、単結晶半導体を用いたトランジスタと同等もしくはそれ以上の高いモビリティ（電界効果移動度）を得ることも可能である。

【 0 0 3 3 】

さらに、キャリアが結晶粒界を横切る回数を極端に減らすことができるため、オン電流値（T F T がオン状態にある時に流れるドレイン電流値）、オフ電流値（T F T がオフ状態にある時に流れるドレイン電流値）、しきい値電圧、S 値及び電界効果移動度のバラツキを低減することも可能となる。

【 0 0 3 4 】

【発明の実施の形態】

〔実施形態 1〕

本発明の実施形態の一つについて説明する。

【 0 0 3 5 】

図1は本発明のレーザ照射装置の構成の例を示す図である。このレーザ照射装置は固体レーザ発振器101、反射ミラー102、103、108、109、111～115、 $\lambda/2$ 板105、薄膜偏光素子(TFP; Thin Film Polarizer)106、107、レーザ光を線状に加工する光学系110を有している。また、104はエネルギーモニタ系であり、115はシャッター系である。

【0036】

レーザ発振器101からのレーザ光は、反射ミラー102～104によって全反射され、 $\lambda/2$ 板105に到達する。 $\lambda/2$ 板105を光路上に配置することで、TFPによって分離するビームの強度分布比を任意に変えることができる。

【0037】

そして、レーザ光の入射角がブリュースタ角になるようにTFP106を配置させれば、レーザ光のp成分(電界ベクトルが入射面内で振動する成分)の反射光が0になるため、レーザ光のp成分はTFPを透過し、レーザ光のs成分(入射面と垂直の面内で振動する成分)のみが全反射する。透過したレーザ光のp成分は反射ミラー108、109、光学系110を経て、基板に照射される。

【0038】

一方、全反射したレーザ光のs成分は、反射ミラー111～114を経た後、入射角がブリュースタ角になるように配置されたTFP107によって全反射し、反射ミラー108、109、光学系110を経て、基板に照射される。レーザ光のs成分は、反射ミラー111～114を経ることによって、レーザ光のs成分にのみ光路長が追加され、TFP106を透過したレーザ光のp成分との光路差ができる。この光路長を光速で割った値が基板に照射されるときにp成分とs成分の時間差となる。つまり、1つのパルスレーザを2つに分離し、一方のパルスに光路差を設けることで、基板に照射する際、一方のパルスを他方のパルスよりも遅延させて照射することができ、半導体膜の冷却速度を緩やかなものに行うことができる。そのため、結晶核の生成密度が低くなり、かつ、結晶化時間が長くなるため、大粒径の結晶粒を形成することができる。

【0039】

なお、本実施形態では、1つのレーザ光の分割数を2としたが、複数であるな

ら分割数は2に限らず、また、分割されたパルスのそれぞれのエネルギー密度は同じでなくてもよい。また、追加する光路長、レーザ光の分割数は半導体膜の状態、レーザ発振器の種類等によって、最適値は異なる。

【0040】

[実施形態2]

本実施形態では、実施形態1と異なる実施形態について説明する。本実施形態では、レーザ発振器を複数用いるレーザ照射装置の例を示す。

【0041】

図2は本発明のレーザ照射装置の構成の例を示す図である。このレーザ照射装置は、レーザ発振器121a、121b、反射ミラー122、124、125、TFP123、レーザ光を線状に加工する光学系126を有している。

【0042】

レーザ発振器121a、121bから同時にレーザ光を発振させる。図示しないが、TFPを用いて、レーザ発振器121aから出たレーザ光1はs成分のみになっており、レーザ発振器121bから出たレーザ光2はp成分のみになっているとする。レーザ光1は、反射ミラー122によって全反射したのち、TFP123に到達する。一方、レーザ光2は、反射ミラー等を経ずにTFP123に到達する。そのため、レーザ光1およびレーザ光2において、反射ミラー122とTFP123の距離による光路差ができ、基板に到達するのに時間差が生じ、半導体膜の冷却速度が緩やかなものとなる。そのため、結晶核の生成密度が低くなり、かつ、結晶化時間が長くなるため、大粒径の結晶粒を形成することができる。また、反射ミラー122とTFP123の距離を変えることで、レーザ発振器121a、121bから出たレーザ光の光路差を任意に変えることができる。

【0043】

さらに、レーザ発振器121a、121bからレーザ光を発振させるときに、例えばレーザ発振器121bを発振させてから、レーザ発振器121aを発振させる方法もある。レーザ発振器121a、121bを同時に発振させたときに比べて、反射ミラー122とTFP123の光路差を作らなくて良いので、コンパクトなレーザ照射装置になる。

【 0 0 4 4 】

なお、本実施形態では、2つのレーザ発振器を用いたが、複数であるならば2に限らないし、複数のパルスのエネルギー密度は同じでなくてもよい。また、追加する光路長、レーザ発振器の数等は半導体膜の状態、レーザ発振器の種類等によって、最適値は異なる。

【 0 0 4 5 】

【実施例】

【実施例 1】

本発明の実施例について説明する。

【 0 0 4 6 】

図 1 は本発明のレーザ照射装置の構成の例を示す図である。このレーザ照射装置は固体レーザ発振器 1 0 1、反射ミラー 1 0 2、1 0 3、1 0 8、1 0 9、1 1 1 ~ 1 1 5、 $\lambda/2$ 板 1 0 5、薄膜偏光素子 (TFP; Thin Film Polarizer) 1 0 6、1 0 7、レーザ光を線状に加工する光学系 1 1 0 を有している。また、1 0 4 はエネルギーモニタ系であり、1 1 5 はシャッター系である。本実施例では固体レーザ発振器として、YAGレーザを用い、前記 YAGレーザを発信源とするレーザ光の出力時間は 6. 7 n s であった。

【 0 0 4 7 】

レーザ発振器 1 0 1 からのレーザ光は、反射ミラー 1 0 2 ~ 1 0 4 によって全反射され、 $\lambda/2$ 板 1 0 5 に到達する。 $\lambda/2$ 板 1 0 5 を光路上に配置することで、TFP 1 0 6 によって分離するビームの強度分布比を任意に変えることができる。本実施例では、TFP 1 0 6 によって分割し、形成される 2 つのレーザ光の強度が同じになるようにした。

【 0 0 4 8 】

そして、レーザ光の入射角がブリュースタ角になるように TFP 1 0 6 を配置させれば、レーザ光の p 成分 (電界ベクトルが入射面内で振動する成分) の反射光が 0 になるため、レーザ光の p 成分は TFP を透過し、レーザ光の s 成分 (入射面と垂直の面内で振動する成分) のみが全反射する。透過したレーザ光の p 成分は反射ミラー 1 0 8、1 0 9、光学系 1 1 0 を経て、基板に照射される。

【 0 0 4 9 】

一方、全反射したレーザ光の s 成分は、反射ミラー 1 1 1 ~ 1 1 4 を経た後、入射角がブリュースタ角になるように配置された T F P 1 0 7 によって全反射し、反射ミラー 1 0 8、1 0 9、光学系 1 1 0 を経て、基板に照射される。レーザ光の s 成分は、反射ミラー 1 1 1 ~ 1 1 4 を経ることによって、レーザ光の s 成分にのみ光路長が追加され、T F P 1 0 6 を透過したレーザ光の p 成分との光路差ができる。この光路長を光速で割った値が基板に照射されときの p 成分と s 成分の時間差となる。つまり、1 つのパルスレーザを 2 つに分離し、一方のパルスに光路長を追加することで、半導体膜に照射する際、一方のパルスを他方のパルスよりも遅延させて照射することができ、半導体膜の冷却速度を緩やかなものにする事ができる。そのため、結晶核の生成密度が低くなり、かつ、結晶化時間が長くなるため、大粒径の結晶粒を形成することができる。

【 0 0 5 0 】

また、本実施例からなる構成のレーザ照射装置において、分割した一方のパルスを珪素膜に照射した後、もう一方のパルスをそれぞれ 1 0、2 0、3 0 n s 遅延させて珪素膜に照射するシミュレーションを行なった。1 0 n s 遅延させるには、

$$\text{遅延時間} = \text{光路差} / \text{光速}$$

であるから、光路差は、

$$1.0 \times 10^{-9} [\text{s}] \times 3 \times 10^8 [\text{m/s}] = 3 [\text{m}]$$

となる。つまり、図 1 において、T F P 1 0 6 から反射ミラー 1 1 1 ~ 1 1 4 を経て T F P 1 0 7 に至るまでの光路長（本実施例において、レーザ光の s 成分が通る光路長）と、T F P 1 0 6 から T F P 1 0 7 までの光路長（本実施例において、レーザ光の p 成分が通る光路長）の差が 3 m とすれば、照射面においてレーザ光の s 成分がレーザ光の p 成分より 1 0 n s 遅延して照射されることになる。

【 0 0 5 1 】

レーザ発振器から発振されたレーザ光のパルス形状は図 8 (A) であり、図 8 (A) で示すパルスを 2 分割して、1 0、2 0、3 0 n s 遅延させたときのパルス形状はそれぞれ図 8 (B) ~ (D) に示す通りである。図 8 (B) ~ (D) で

示すパルス形状の Y A G レーザの第 2 高調波を、図 3 に示す構造からなる珪素膜に照射し、図 3 の A ~ C 点において時間に対する温度について計算した。その結果をそれぞれ、図 1 0 (A) ~ (C) 、図 1 0 (D) ~ (F) および図 1 1 に示す。なお、比較のため、図 8 (A) で示すパルス形状の Y A G レーザの第 2 光長波を図 3 に示す構造からなる珪素膜に照射し、図 3 の A ~ C 点において時間に対する温度についてのシミュレーション結果を図 9 に示した。ここで、エネルギー密度は 0. 2 ~ 0. 4 J した。図 9 では、結晶化時間および溶融時間が短く、また、A 点の温度変化に C 点の温度が追従していない。しかし、遅延時間が長くなるにつれて、結晶化時間および溶融時間が長くなる傾向が見られる。つまり、一方のパルスを照射後、もう一方のパルスを遅延させて照射することで、出力時間を長くした場合と同様に、冷却速度が緩やかなものとなる。そのため、結晶核の生成密度が低くなり、かつ、結晶化時間が長くなるため、大粒径の結晶粒を形成することができる。このようにして形成された結晶質半導体膜を用いて T F T を作製すれば、前記 T F T の電気的特性は良好なものとなる。

【 0 0 5 2 】

なお、本実施例では 2 つのレーザ光の強度が同じになるように形成したが、もちろん、同じでなくても良い。本実施例において、レーザ光の p 成分が半導体膜に照射した後、反射ミラー 1 1 1 ~ 1 1 4 によって光路長を追加されたレーザ光の s 成分が前記半導体膜に照射される。前記レーザ光の p 成分の方が前記レーザ光の s 成分よりも強度が強いときは、前記レーザ光の p 成分によって溶融された前記半導体膜が結晶化を開始する前に、前記レーザ光の s 成分が照射されるのが望ましい。また、前記レーザ光の p 成分の方が前記レーザ光の s 成分よりも強度が弱いときは、前記レーザ光の s 成分が照射されて、半導体膜が溶融するのが望ましい。

【 0 0 5 3 】

[実施例 2]

本実施例では、実施例 1 のレーザ照射装置を用いて、半導体膜にレーザ光を照射したときに得られた結晶粒について説明する。

【 0 0 5 4 】

まず、基板上に半導体膜を形成する。本実施例では基板としてコーニング社製 1737 ガラス基板を用意し、プラズマ CVD 法を用いて 54 nm の非晶質珪素膜を成膜した。続いて、レーザ光を用いたレーザアニールにより半導体膜の結晶化を行なう。レーザアニールにより結晶化をする際、半導体膜が含有する水素を放出させておくことが望ましく、400～500℃で窒素雰囲気中に 1 時間程度曝して、含有する水素量を 5 atom% 以下にしておくが良い。これにより、膜の耐レーザ性が著しく向上する。本実施例では、前記基板を温度 500℃の窒素雰囲気中に 1 時間曝した。

【0055】

そして、図 1 の構成のレーザ照射装置を用いて、半導体膜の結晶化を行なう。本実施例では、 $\lambda/2$ 板 135 および薄膜偏光素子 133 によってレーザ光を同じエネルギーになるように 2 分割してダブルパルスを作り、分割した一方のパルスを半導体膜に照射した後、他方のパルスを 10 ns 遅延させて照射した。比較のため、レーザ光を分割せずにシングルパルスとして半導体膜に照射した場合も行った。また、同じ照射位置で、ショット数を変化させて照射も行なった。

【0056】

実験の結果を図 13 および図 14 に示す。図 13 および図 14 はレーザ照射後の半導体膜にセコエッチングを行なった後、SEM により 5 万倍にて観察した結果の一例である。図 13 はシングルパルスを 20 ショット照射後の半導体膜を示し、図 14 はダブルパルスを 12 ショット照射後の半導体膜を示している。図 13 および図 14 より、レーザ光を 2 分割して照射した方が、大粒径の結晶粒が得られることがわかる。また、図 15 は、ショット数を変化させたときに、形成された結晶粒の最大粒径を測定した結果である。図 15 から、レーザ光を 2 分割して照射した方が、大粒径の結晶粒が得られることがわかる。

【0057】

以上のように、レーザ光を分割して半導体膜に照射すると、大粒径の結晶粒が形成されることが実験的にも確認できた。このようにして形成された結晶質半導体膜を用いて TFT を作製すれば、前記 TFT の電気的特性は良好なものとなる。

【 0 0 5 8 】

〔実施例 3〕

本実施例では、実施例 1 と異なる実施例を図 2 を用いて説明する。本実施形態では、レーザ発振器を複数用いるレーザ照射装置の例を示す。

【 0 0 5 9 】

図 2 は本発明のレーザ照射装置の構成の例を示す図である。このレーザ照射装置は、レーザ発振器 1 2 1 a、1 2 1 b、反射ミラー 1 2 2、1 2 4、1 2 5、TFP 1 2 3、レーザ光を線状に加工する光学系 1 2 6 を有している。本実施例では、レーザ発振器として、YAG レーザを 2 台用いた。

【 0 0 6 0 】

レーザ発振器 1 2 1 a、1 2 1 b から同時にレーザ光を発振させる。図示しないが、TFP を用いて、レーザ発振器 1 2 1 a から出たレーザ光 1 は s 成分のみになっており、レーザ発振器 1 2 1 b から出たレーザ光 2 は p 成分のみになっているとする。レーザ光 1 は、反射ミラー 1 2 2 よって全反射したのち、TFP 1 2 3 に到達する。一方、レーザ光 2 は、反射ミラー等を経ずに TFP 1 2 3 に到達する。そのため、レーザ光 1 およびレーザ光 2 において、反射ミラー 1 2 2 と TFP 1 2 3 の距離による光路差ができ、基板に到達するのに時間差が生じ、半導体膜の冷却速度が緩やかなものとなる。そのため、結晶核の生成密度が低くなり、かつ、結晶化時間が長くなるため、大粒径の結晶粒を形成することができる。このようにして形成された結晶質半導体膜を用いて TFT を作製すれば、前記 TFT の電気的特性は良好なものとなる。また、反射ミラー 1 2 2 と TFP 1 2 3 の距離を変えることで、レーザ発振器 1 2 1 a、1 2 1 b から出たレーザ光の光路差を任意に変えることができる。

【 0 0 6 1 】

さらに、レーザ発振器 1 2 1 a、1 2 1 b からレーザ光を発振させるときに、例えばレーザ発振器 1 2 1 b を発振させてから、レーザ発振器 1 2 1 a を発振させる方法もある。レーザ発振器 1 2 1 a、1 2 1 b を同時に発振させたときに比べて、反射ミラー 1 2 2 と TFP 1 2 3 の光路差を作らなくて良いので、コンパクトなレーザ照射装置になる。

【 0 0 6 2 】

〔実施例 4〕

本実施例では、実施例 1 および実施例 2 を組み合わせたレーザ照射装置の例を示す。

【 0 0 6 3 】

図 1 3 は本発明のレーザ照射装置の構成の例を示す図である。このレーザ照射装置は固体レーザ発振器 1 3 1 a、1 3 1 b、反射ミラー 1 3 2、1 3 8、1 3 9、1 4 1 ~ 1 4 5、 $\lambda/2$ 板 1 3 5、薄膜偏光素子 (TFP; Thin Film Polarizer) 1 3 3、1 3 6、1 3 7、レーザ光を線状に加工する光学系 1 4 0 を有している。また、1 0 4 はエネルギーモニタ系であり、1 4 5 はシャッター系である。本実施例では固体レーザ発振器として、YAG レーザを 2 台用いた。

【 0 0 6 4 】

レーザ発振器 1 3 1 a、1 3 1 b から同時にレーザ光を発振させる。図示しないが、TFP を用いて、レーザ発振器 1 3 1 a から出たレーザ光 1 は s 成分のみになっており、レーザ発振器 1 3 1 b から出たレーザ光 2 は p 成分のみになっているとする。レーザ光 1 は、反射ミラー 1 3 2 よって全反射したのち、TFP 1 3 3 に到達する。一方、レーザ光 2 は、反射ミラー等を経ずに TFP 1 3 3 に到達する。そのため、レーザ光 1 およびレーザ光 2 において、反射ミラー 1 3 2 と TFP 1 3 3 の距離による光路差ができ、基板に到達するのに時間差が生じる。

【 0 0 6 5 】

そして、レーザ光の入射角がブリュースタ角になるように TFP 1 3 6 を配置させれば、レーザ光の p 成分 (電界ベクトルが入射面内で振動する成分) の反射光が 0 になるため、レーザ光の p 成分は TFP を透過し、レーザ光の s 成分 (入射面と垂直の面内で振動する成分) のみが全反射する。透過したレーザ光の p 成分は反射ミラー 1 3 8、1 3 9、光学系 1 4 0 を経て、基板に照射される。

【 0 0 6 6 】

一方、全反射したレーザ光の s 成分は、反射ミラー 1 4 1 ~ 1 4 4 を経た後、入射角がブリュースタ角になるように配置された TFP 1 3 7 によって全反射し、反射ミラー 1 3 8、1 3 9、光学系 1 4 0 を経て、基板に照射される。レーザ

光の s 成分は、反射ミラー 1 4 1 ~ 1 4 4 を経ることによって、レーザ光の s 成分にのみ光路長が追加され、T F P 1 3 6 を透過したレーザ光の p 成分との光路差ができる。

【 0 0 6 7 】

つまり、本実施例では、反射ミラー 1 3 2 と T F P 1 3 3 の距離による光路差および反射ミラー 1 4 1 ~ 1 4 4 による光路差によって、基板に到達するレーザ光に時間差が生じ、半導体膜の冷却速度を緩やかなものにすることができる。そのため、結晶核の生成密度が低くなり、かつ、結晶化時間が長くなるため、大粒径の結晶粒を形成することができる。このようにして形成された結晶質半導体膜を用いて T F T を作製すれば、前記 T F T の電気的特性は良好なものとなる。

【 0 0 6 8 】

〔実施例 5〕

本実施例ではアクティブマトリクス基板の作製方法について図 1 7 ~ 2 1 を用いて説明する。

【 0 0 6 9 】

まず、本実施例ではコーニング社の # 7 0 5 9 ガラスや # 1 7 3 7 ガラスなどに代表されるバリウムホウケイ酸ガラス、またはアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラスからなる基板 3 0 0 を用いる。なお、基板 3 0 0 としては、石英基板やシリコン基板、金属基板またはステンレス基板の表面に絶縁膜を形成したものを用いても良い。また、本実施例の処理温度に耐えうる耐熱性が有するプラスチック基板を用いてもよい。

【 0 0 7 0 】

次いで、基板 3 0 0 上に酸化珪素膜、窒化珪素膜または酸化窒化珪素膜などの絶縁膜から成る下地膜 3 0 1 を形成する。本実施例では下地膜 3 0 1 として 2 層構造を用いるが、前記絶縁膜の単層膜または 2 層以上積層させた構造を用いても良い。下地膜 3 0 1 の一層目としては、プラズマ C V D 法を用い、 SiH_4 、 NH_3 、及び N_2O を反応ガスとして成膜される酸化窒化珪素膜 3 0 1 a を 1 0 ~ 2 0 0 nm (好ましくは 5 0 ~ 1 0 0 nm) 形成する。本実施例では、膜厚 5 0 nm の酸化窒化珪素膜 3 0 1 a (組成比 $\text{Si} = 32\%$ 、 $\text{O} = 27\%$ 、 $\text{N} = 24\%$ 、 $\text{H} =$

17%)を形成した。次いで、下地膜301の二層目としては、プラズマCVD法を用い、 SiH_4 、及び N_2O を反応ガスとして成膜される酸化窒化珪素膜301bを50~200nm(好ましくは100~150nm)の厚さに積層形成する。本実施例では、膜厚100nmの酸化窒化珪素膜401b(組成比 $\text{Si}=32\%$ 、 $\text{O}=59\%$ 、 $\text{N}=7\%$ 、 $\text{H}=2\%$)を形成した。

【0071】

次いで、下地膜上に半導体膜302を形成する。半導体膜302は、非晶質構造を有する半導体膜を公知の手段(スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等)により、25~80nm(好ましくは30~60nm)の厚さで形成する。半導体膜の材料に限定はないが、好ましくは珪素または珪素ゲルマニウム(SiGe)合金などで形成すると良い。本実施例では、プラズマCVD法を用い、55nmの非晶質珪素膜を成膜した。

【0072】

続いて、半導体膜の結晶化を行なう。半導体膜の結晶化にはレーザアニール法を適用する。半導体膜の結晶化には、レーザアニール法の他に、熱結晶化法、またはニッケルなどの触媒を用いた熱結晶化法等があり、これらの結晶化法のいずれかとレーザアニール法と組み合わせて行なっても良い。レーザアニールには、本発明を適用して実施する。例えば、パルス発振型の固体レーザ(YAGレーザ、 YVO_4 レーザ等)を光源とするレーザ光を複数のレーザ光に分割して、少なくとも1つのレーザ光の照射面までの光路長を他のレーザ光の前記照射面までの光路長より長くして半導体膜に照射する。本実施例では、基板を温度500℃の窒素雰囲気中に1時間曝した後、図1で示したレーザ照射装置を用いて半導体膜の結晶化を行ない、大粒径の結晶粒を有する結晶質珪素膜を形成した。このとき、レーザ発振器にはYAGレーザを用い、非線形光学素子により第2高調波に変調したレーザ光を、光学系により線状ビームに加工して半導体膜に照射した。線状ビームを半導体膜に照射する際、線状ビームの重ね合わせ率(オーバーラップ率)を50~98%として照射しても良いが、半導体膜の状態やレーザ光の遅延時間等によって最適条件は異なるため、実施者が適宜決定すれば良い。

【0073】

このようにして得られた結晶質半導体膜を所望の形状にパターニングして、半導体層 4 0 2 ~ 4 0 6 を形成する。本実施例では、結晶質珪素膜をフォトリソグラフィ法を用いたパターニング処理によって、半導体層 4 0 2 ~ 4 0 6 を形成した。

【 0 0 7 4 】

半導体層 4 0 2 ~ 4 0 6 を形成した後、T F T のしきい値を制御するために微量な不純物元素（ボロンまたはリン）のドーピングを行なってもよい。

【 0 0 7 5 】

次いで、半導体層 4 0 2 ~ 4 0 6 を覆うゲート絶縁膜 4 0 7 を形成する。ゲート絶縁膜 4 0 7 はプラズマ C V D 法またはスパッタ法を用い、厚さを 4 0 ~ 1 5 0 n m とし、珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマ C V D 法により 1 1 0 n m の厚さで酸化窒化珪素膜（組成比 S i = 3 2 %、O = 5 9 %、N = 7 %、H = 2 %）で形成した。もちろん、ゲート絶縁膜は酸化窒化珪素膜に限定されるものでなく、他の珪素を含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

【 0 0 7 6 】

また、酸化珪素膜を用いる場合には、プラズマ C V D 法で T E O S（Tetraethyl Orthosilicate）と O₂ とを混合し、反応圧力 4 0 Pa、基板温度 3 0 0 ~ 4 0 0 °C とし、高周波（1 3 . 5 6 M H z）電力密度 0 . 5 ~ 0 . 8 W / c m² で放電させて形成することができる。このようにして作製される酸化珪素膜は、その後 4 0 0 ~ 5 0 0 °C の熱アニールによりゲート絶縁膜として良好な特性を得ることができる。

【 0 0 7 7 】

次いで、図 1 7（B）に示すように、ゲート絶縁膜 4 0 7 上に膜厚 2 0 ~ 1 0 0 n m の第 1 の導電膜 4 0 8 と、膜厚 1 0 0 ~ 4 0 0 n m の第 2 の導電膜 4 0 9 とを積層形成する。本実施例では、膜厚 3 0 n m の T a N 膜からなる第 1 の導電膜 4 0 8 と、膜厚 3 7 0 n m の W 膜からなる第 2 の導電膜 4 0 9 を積層形成した。T a N 膜はスパッタ法で形成し、T a のターゲットを用い、窒素を含む雰囲気内でスパッタした。また、W 膜は、W のターゲットを用いたスパッタ法で形成し

た。その他に6フッ化タングステン (WF_6) を用いる熱CVD法で形成することもできる。いずれにしてもゲート電極として使用するためには低抵抗化を図る必要があり、W膜の抵抗率は $20 \mu\Omega \text{ cm}$ 以下にすることが望ましい。W膜は結晶粒を大きくすることで低抵抗率化を図ることができるが、W膜中に酸素などの不純物元素が多い場合には結晶化が阻害され高抵抗化する。従って、本実施例では、高純度のW (純度99.9999%) のターゲットを用いたスパッタ法で、さらに成膜時に気相中からの不純物の混入がないように十分配慮してW膜を形成することにより、抵抗率 $9 \sim 20 \mu\Omega \text{ cm}$ を実現することができた。

【 0 0 7 8 】

なお、本実施例では、第1の導電膜408をTa₂N₅、第2の導電膜409をWとしたが、特に限定されず、いずれもTa、W、Ti、Mo、Al、Cu、Cr、Ndから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成してもよい。また、リン等の不純物元素をドーピングした結晶質珪素膜に代表される半導体膜を用いてもよい。また、AgPdCu合金を用いてもよい。また、第1の導電膜をタンタル (Ta) 膜で形成し、第2の導電膜をW膜とする組み合わせ、第1の導電膜を窒化チタン (TiN) 膜で形成し、第2の導電膜をW膜とする組み合わせ、第1の導電膜を窒化タンタル (Ta₂N₅) 膜で形成し、第2の導電膜をAl膜とする組み合わせ、第1の導電膜を窒化タンタル (Ta₂N₅) 膜で形成し、第2の導電膜をCu膜とする組み合わせとしてもよい。

【 0 0 7 9 】

次に、フォトリソグラフィ法を用いてレジストからなるマスク410～415を形成し、電極及び配線を形成するための第1のエッチング処理を行なう。第1のエッチング処理では第1及び第2のエッチング条件で行なう。本実施例では第1のエッチング条件として、ICP (Inductively Coupled Plasma: 誘導結合型プラズマ) エッチング法を用い、エッチング用ガスに CF_4 と Cl_2 と O_2 とを用い、それぞれのガス流量比を $25/25/10$ (sccm) とし、1Paの圧力でコイル型の電極に500WのRF (13.56MHz) 電力を投入してプラズマを生成してエッチングを行った。ここでは、松下電器産業 (株) 製のICPを用いたドライエッチング装置 (Model E645-□ICP) を用いた。基板側 (試料ステ

ージ) にも 1 5 0 W の R F (13.56MHz) 電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。この第 1 のエッチング条件により W 膜をエッチングして第 1 の導電層の端部をテーパ形状とする。

【 0 0 8 0 】

この後、レジストからなるマスク 4 1 0 ~ 4 1 5 を除去せずに第 2 のエッチング条件に変え、エッチング用ガスに CF_4 と Cl_2 とを用い、それぞれのガス流量比を 3 0 / 3 0 (s c c m) とし、1 Pa の圧力でコイル型の電極に 5 0 0 W の R F (13.56MHz) 電力を投入してプラズマを生成して約 3 0 秒程度のエッチングを行った。基板側 (試料ステージ) にも 2 0 W の R F (13.56MHz) 電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。 CF_4 と Cl_2 を混合した第 2 のエッチング条件では W 膜及び T a N 膜とも同程度にエッチングされる。なお、ゲート絶縁膜上に残渣を残すことなくエッチングするためには、1 0 ~ 2 0 % 程度の割合でエッチング時間を増加させると良い。

【 0 0 8 1 】

上記第 1 のエッチング処理では、レジストからなるマスクの形状を適したものとする事により、基板側に印加するバイアス電圧の効果により第 1 の導電層及び第 2 の導電層の端部がテーパ形状となる。このテーパ部の角度は 1 5 ~ 4 5 ° となる。こうして、第 1 のエッチング処理により第 1 の導電層と第 2 の導電層から成る第 1 の形状の導電層 4 1 7 ~ 4 2 2 (第 1 の導電層 4 1 7 a ~ 4 2 2 a と第 2 の導電層 4 1 7 b ~ 4 2 2 b) を形成する。4 1 6 はゲート絶縁膜であり、第 1 の形状の導電層 4 1 7 ~ 4 2 2 で覆われない領域は 2 0 ~ 5 0 nm 程度エッチングされ薄くなった領域が形成される。

【 0 0 8 2 】

そして、レジストからなるマスクを除去せずに第 1 のドーピング処理を行い、半導体層に n 型を付与する不純物元素を添加する。(図 1 8 (A)) ドーピング処理はイオンドープ法、若しくはイオン注入法で行なえば良い。イオンドープ法の条件はドーズ量を $1 \times 10^{13} \sim 5 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を 6 0 ~ 1 0 0 k e V として行なう。本実施例ではドーズ量を $1.5 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を 8 0 k e V として行った。n 型を付与する不純物元素として 1 5 族

に属する元素、典型的にはリン（P）または砒素（As）を用いるが、ここではリン（P）を用いた。この場合、導電層 4 1 7 ~ 4 2 1 が n 型を付与する不純物元素に対するマスクとなり、自己整合的に第 1 の高濃度不純物領域 3 0 6 ~ 3 1 0 が形成される。第 1 の高濃度不純物領域 3 0 6 ~ 3 1 0 には $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ の濃度範囲で n 型を付与する不純物元素を添加する。

【 0 0 8 3 】

次いで、レジストからなるマスクを除去せずに第 2 のエッチング処理を行なう。ここでは、エッチングガスに CF_4 と Cl_2 と O_2 とを用い、W 膜を選択的にエッチングする。この時、第 2 のエッチング処理により第 2 の導電層 4 2 8 b ~ 4 3 3 b を形成する。一方、第 1 の導電層 4 1 7 a ~ 4 2 2 a は、ほとんどエッチングされず、第 2 の形状の導電層 4 2 8 ~ 4 3 3 を形成する。

【 0 0 8 4 】

次いで、レジストからなるマスクを除去せずに、図 1 8 (B) に示すように、第 2 のドーピング処理を行なう。この場合、第 1 のドーピング処理よりもドーズ量を下げて、70 ~ 120 keV の高い加速電圧で、n 型を付与する不純物元素を導入する。本実施例ではドーズ量を $1.5 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を 90 keV として行なった。第 2 のドーピング処理は第 2 の形状の導電層 4 2 8 ~ 4 3 3 をマスクとして用い、第 2 の導電層 4 2 8 b ~ 4 3 3 b の下方における半導体層にも不純物元素が導入され、新たに第 2 の高濃度不純物領域 4 2 3 a ~ 4 2 7 a および低濃度不純物領域 4 2 3 b ~ 4 2 7 b が形成される。

【 0 0 8 5 】

次いで、レジストからなるマスクを除去した後、新たにレジストからなるマスク 4 3 4 a および 4 3 4 b を形成して、図 1 8 (C) に示すように、第 3 のエッチング処理を行なう。エッチング用ガスに SF_6 および Cl_2 とを用い、ガス流量比を 50 / 10 (sccm) とし、1.3 Pa の圧力でコイル型の電極に 500 W の RF (13.56 MHz) 電力を投入してプラズマを生成し、約 30 秒のエッチング処理を行なう。基板側（資料ステージ）には 10 W の RF (13.56 MHz) 電力を投入し、実質的には不の自己バイアス電圧を印加する。こうして、前記大 3 のエッチング処理により、p チャネル型 TFT および画素部の TFT

(画素TFT)のTaN膜をエッチングして、第3の形状の導電層435～438を形成する。

【0086】

次いで、レジストからなるマスクを除去した後、第2の形状の導電層428、430および第2の形状の導電層435～438をマスクとして用い、ゲート絶縁膜416を選択的に除去して絶縁層439～444を形成する。(図19(A))

【0087】

次いで、新たにレジストからなるマスク445a～445cを形成して第3のドーピング処理を行なう。この第3のドーピング処理により、pチャネル型TFTの活性層となる半導体層に前記一導電型とは逆の導電型を付与する不純物元素が添加された不純物領域446、447を形成する。第2の導電層435a、438aを不純物元素に対するマスクとして用い、p型を付与する不純物元素を添加して自己整合的に不純物領域を形成する。本実施例では、不純物領域446、447はジボラン(B_2H_6)を用いたイオンドープ法で形成する。(図19(B))この第3のドーピング処理の際には、nチャネル型TFTを形成する半導体層はレジストからなるマスク445a～445cで覆われている。第1のドーピング処理及び第2のドーピング処理によって、不純物領域446、447にはそれぞれ異なる濃度でリンが添加されているが、そのいずれの領域においてもp型を付与する不純物元素の濃度を $2 \times 10^{20} \sim 2 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ となるようにドーピング処理することにより、pチャネル型TFTのソース領域およびドレイン領域として機能するために何ら問題は生じない。本実施例では、pチャネル型TFTの活性層となる半導体層の一部が露呈しているため、不純物元素(ボロン)を添加しやすい利点を有している。

【0088】

以上までの工程で、それぞれの半導体層に不純物領域が形成される。

【0089】

次いで、レジストからなるマスク445a～445cを除去して第1の層間絶縁膜461を形成する。この第1の層間絶縁膜461としては、プラズマCVD

法またはスパッタ法を用い、厚さを100～200nmとして珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマCVD法により膜厚150nmの酸化窒化珪素膜を形成した。もちろん、第1の層間絶縁膜461は酸化窒化珪素膜に限定されるものでなく、他の珪素を含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

【0090】

次いで、図19(C)に示すように、加熱処理を行なって、半導体層の結晶性の回復、それぞれの半導体層に添加された不純物元素の活性化を行なう。この加熱処理はファーネスアニール炉を用いる熱アニール法で行なう。熱アニール法としては、酸素濃度が1ppm以下、好ましくは0.1ppm以下の窒素雰囲気中で400～700℃、代表的には500～550℃で行えばよく、本実施例では550℃、4時間の熱処理で活性化処理を行った。なお、熱アニール法の他に、レーザアニール法、またはラピッドサーマルアニール法(RTA法)を適用することができる。

【0091】

なお、結晶化の際にニッケルなどを触媒として熱結晶化法も適用した場合は、上記活性化処理と同時に、金属元素が高濃度のリンを含む不純物領域423a、425a、426a、446a、447aを結晶化する。そのため、前記不純物領域に前記金属元素がゲッタリングされ、主にチャネル形成領域となる半導体層中の金属元素濃度が低減される。このようにして作製したチャネル形成領域を有するTFETはオフ電流値が下がり、結晶性が良いことから高い電界効果移動度を得られ、良好な特性を達成することができる。

【0092】

また、第1の層間絶縁膜を形成する前に加熱処理を行なっても良い。ただし、用いた配線材料が熱に弱い場合には、本実施例のように配線等を保護するため層間絶縁膜(珪素を主成分とする絶縁膜、例えば窒化珪素膜)を形成した後で活性化処理を行なうことが好ましい。

【0093】

さらに、3～100%の水素を含む雰囲気中で、300～550℃で1～12

時間の熱処理を行ない、半導体層を水素化する工程を行なう。本実施例では水素を約 3 % の含む窒素雰囲気中で 4 1 0 °C、1 時間の熱処理を行なった。この工程は層間絶縁膜に含まれる水素により半導体層のダングリングボンドを終端する工程である。水素化の他の手段として、プラズマ水素化（プラズマにより励起された水素を用いる）を行なっても良い。

【 0 0 9 4 】

また、活性化処理としてレーザアニール法を用いる場合には、上記水素化を行った後、YAGレーザ等のレーザビームを照射することが望ましい。

【 0 0 9 5 】

次いで、第 1 の層間絶縁膜 4 6 1 上に無機絶縁膜材料または有機絶縁物材料から成る第 2 の層間絶縁膜 4 6 2 を形成する。本実施例では、膜厚 1 . 6 μ m のアクリル樹脂膜を形成したが、粘度が 1 0 ~ 1 0 0 0 c p、好ましくは 4 0 ~ 2 0 0 c p のものを用い、表面に凸凹が形成されるものを用いた。

【 0 0 9 6 】

本実施例では、鏡面反射を防ぐため、表面に凸凹が形成される第 2 の層間絶縁膜を形成することによって画素電極の表面に凸凹を形成した。また、画素電極の表面に凹凸を持たせて光散乱性を図るため、画素電極の下方の領域に凸部を形成してもよい。その場合、凸部の形成は、TFTの形成と同じフォトリソ法で行なうことができるため、工程数の増加なく形成することができる。なお、この凸部は配線及びTFT部以外の画素部領域の基板上に適宜設ければよい。こうして、凸部を覆う絶縁膜の表面に形成された凸凹に沿って画素電極の表面に凸凹が形成される。

【 0 0 9 7 】

また、第 2 の層間絶縁膜 4 6 2 として表面が平坦化する膜を用いてもよい。その場合は、画素電極を形成した後、公知のサンドブラスト法やエッチング法等の工程を追加して表面を凹凸化させて、鏡面反射を防ぎ、反射光を散乱させることによって白色度を増加させることが好ましい。

【 0 0 9 8 】

そして、駆動回路 5 0 6 において、各不純物領域とそれぞれ電氣的に接続する

配線463～467を形成する。なお、これらの配線は、膜厚50nmのTi膜と、膜厚500nmの合金膜（AlとTiとの合金膜）との積層膜をパターンニングして形成する。

【0099】

また、画素部507においては、画素電極470、ゲート配線469、接続電極468を形成する。（図20）この接続電極468によりソース配線（443bと449の積層）は、画素TFTと電気的な接続が形成される。また、ゲート配線469は、画素TFTのゲート電極と電気的な接続が形成される。また、画素電極470は、画素TFTのドレイン領域442と電気的な接続が形成され、さらに保持容量を形成する一方の電極として機能する半導体層458と電気的な接続が形成される。また、画素電極470としては、AlまたはAgを主成分とする膜、またはそれらの積層膜等の反射性の優れた材料を用いることが望ましい。

【0100】

以上の様にして、nチャネル型TFT501とpチャネル型TFT502からなるCMOS回路、及びnチャネル型TFT503を有する駆動回路506と、画素TFT504、保持容量505とを有する画素部507を同一基板上に形成することができる。こうして、アクティブマトリクス基板が完成する。

【0101】

駆動回路506のnチャネル型TFT501はチャネル形成領域423c、ゲート電極の一部を構成する第1の導電層428aと重なる低濃度不純物領域423b（GOLD領域）、とソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域423aを有している。このnチャネル型TFT501と電極466で接続してCMOS回路を形成するpチャネル型TFT502にはチャネル形成領域446d、ゲート電極の外側に形成される不純物領域446b、446c、ソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域446aを有している。また、nチャネル型TFT503にはチャネル形成領域425c、ゲート電極の一部を構成する第1の導電層430aと重なる低濃度不純物領域425b（GOLD領域）、とソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不

純物領域 4 2 5 a を有している。

【 0 1 0 2 】

画素部の画素 T F T 5 0 4 にはチャネル形成領域 4 2 6 c、ゲート電極の外側に形成される低濃度不純物領域 4 2 6 b (L D D 領域) とソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域 4 2 6 a を有している。また、保持容量 5 0 5 の一方の電極として機能する半導体層 4 4 7 a、4 4 7 b には、それぞれ p 型を付与する不純物元素が添加されている。保持容量 5 0 5 は、絶縁膜 4 4 4 を誘電体として、電極 (4 3 8 a と 4 3 8 b の積層) と、半導体層 4 4 7 a ~ 4 4 7 c とで形成している。

【 0 1 0 3 】

また、本実施例の画素構造は、ブラックマトリクスを用いることなく、画素電極間の隙間が遮光されるように、画素電極の端部をソース配線と重なるように配置形成する。

【 0 1 0 4 】

また、本実施例で作製するアクティブマトリクス基板の画素部の上面図を図 2 1 に示す。なお、図 1 7 ~ 図 2 0 に対応する部分には同じ符号を用いている。図 2 0 中の鎖線 A - A' は図 2 1 中の鎖線 A - A' で切断した断面図に対応している。また、図 2 0 中の鎖線 B - B' は図 2 1 中の鎖線 B - B' で切断した断面図に対応している。

【 0 1 0 5 】

なお、本実施例は実施例 1 乃至 4 と自由に組み合わせることが可能である。

【 0 1 0 6 】

[実施例 6]

本実施例では、実施例 5 で作製したアクティブマトリクス基板から、反射型液晶表示装置を作製する工程を以下に説明する。説明には図 2 2 を用いる。

【 0 1 0 7 】

まず、実施例 5 に従い、図 2 0 の状態のアクティブマトリクス基板を得た後、図 2 0 のアクティブマトリクス基板上、少なくとも画素電極 4 7 0 上に配向膜 5 6 7 を形成しラビング処理を行なう。なお、本実施例では配向膜 5 6 7 を形成す

る前に、アクリル樹脂膜等の有機樹脂膜をパターンングすることによって基板間隔を保持するための柱状のスペーサ 5 7 2 を所望の位置に形成した。また、柱状のスペーサに代えて、球状のスペーサを基板全面に散布してもよい。

【 0 1 0 8 】

次いで、対向基板 5 6 9 を用意する。次いで、対向基板 5 6 9 上に着色層 5 7 0、5 7 1、平坦化膜 5 7 3 を形成する。赤色の着色層 5 7 0 と青色の着色層 5 7 2 とを重ねて、遮光部を形成する。また、赤色の着色層と緑色の着色層とを一部重ねて、遮光部を形成してもよい。

【 0 1 0 9 】

本実施例では、実施例 5 に示す基板を用いている。従って、実施例 5 の画素部の上面図を示す図 2 1 では、少なくともゲート配線 4 6 9 と画素電極 4 7 0 の間隙と、ゲート配線 4 6 9 と接続電極 4 6 8 の間隙と、接続電極 4 6 8 と画素電極 4 7 0 の間隙を遮光する必要がある。本実施例では、それらの遮光すべき位置に着色層の積層からなる遮光部が重なるように各着色層を配置して、対向基板を貼り合わせた。

【 0 1 1 0 】

このように、ブラックマスク等の遮光層を形成することなく、各画素間の隙間を着色層の積層からなる遮光部で遮光することによって工程数の低減を可能とした。

【 0 1 1 1 】

次いで、平坦化膜 5 7 3 上に透明導電膜からなる対向電極 5 7 6 を少なくとも画素部に形成し、対向基板の全面に配向膜 5 7 4 を形成し、ラビング処理を施した。

【 0 1 1 2 】

そして、画素部と駆動回路が形成されたアクティブマトリクス基板と対向基板とをシール材 5 6 8 で貼り合わせる。シール材 5 6 8 にはフィラーが混入されていて、このフィラーと柱状スペーサによって均一な間隔を持って 2 枚の基板が貼り合わせられる。その後、両基板の間に液晶材料 5 7 5 を注入し、封止剤（図示せず）によって完全に封止する。液晶材料 5 7 5 には公知の液晶材料を用いれば

良い。このようにして図 2 2 に示す反射型液晶表示装置が完成する。そして、必要があれば、アクティブマトリクス基板または対向基板を所望の形状に分断する。さらに、対向基板のみに偏光板（図示しない）を貼りつけた。そして、公知の技術を用いて F P C を貼りつけた。

【 0 1 1 3 】

以上のようにして作製される液晶表示パネルは各種電子機器の表示部として用いることができる。

【 0 1 1 4 】

なお、本実施例は実施例 1 乃至 5 と自由に組み合わせることが可能である。

【 0 1 1 5 】

〔実施例 7〕

本実施例では、本発明を用いて発光装置を作製した例について説明する。本明細書において、発光装置とは、基板上に形成された発光素子を該基板とカバー材の間に封入した表示用パネルおよび該表示用パネルに I C を実装した表示用モジュールを総称したものである。なお、発光素子は、電場を加えることで発生するルミネッセンスが得られる有機化合物を含む層（発光層）と、陽極層と、陰極層とを有する。また、有機化合物におけるルミネッセンスには、一重項励起状態から基底状態に戻る際の発光（蛍光）と三重項励起状態から基底状態に戻る際の発光（リン光）があり、これらのうちどちらか、あるいは両方の発光を含む。

【 0 1 1 6 】

図 2 3 は本実施例の発光装置の断面図である。図 2 3 において、基板 7 0 0 上に設けられたスイッチング T F T 6 0 3 は図 2 3 の n チャネル型 T F T 5 0 3 を用いて形成される。したがって、構造の説明は n チャネル型 T F T 5 0 3 の説明を参照すれば良い。

【 0 1 1 7 】

なお、本実施例ではチャネル形成領域が二つ形成されるダブルゲート構造としているが、チャネル形成領域が一つ形成されるシングルゲート構造もしくは三つ形成されるトリプルゲート構造であっても良い。

【 0 1 1 8 】

基板 7 0 0 上に設けられた駆動回路は図 2 3 の CMOS 回路を用いて形成される。従って、構造の説明は n チャネル型 TFT 5 0 1 と p チャネル型 TFT 5 0 2 の説明を参照すれば良い。なお、本実施例ではシングルゲート構造としているが、ダブルゲート構造もしくはトリプルゲート構造であっても良い。

【 0 1 1 9 】

また、配線 7 0 1、7 0 3 は CMOS 回路のソース配線、7 0 2 はドレイン配線として機能する。また、配線 7 0 4 はソース配線 7 0 8 とスイッチング TFT のソース領域とを電氣的に接続する配線として機能し、配線 7 0 5 はドレイン配線 7 0 9 とスイッチング TFT のドレイン領域とを電氣的に接続する配線として機能する。

【 0 1 2 0 】

なお、電流制御 TFT 6 0 4 は図 2 3 の p チャネル型 TFT 5 0 2 を用いて形成される。従って、構造の説明は p チャネル型 TFT 5 0 2 の説明を参照すれば良い。なお、本実施例ではシングルゲート構造としているが、ダブルゲート構造もしくはトリプルゲート構造であっても良い。

【 0 1 2 1 】

また、配線 7 0 6 は電流制御 TFT のソース配線（電流供給線に相当する）であり、7 0 7 は電流制御 TFT の画素電極 7 1 0 上に重ねることで画素電極 7 1 0 と電氣的に接続する電極である。

【 0 1 2 2 】

なお、7 1 0 は、透明導電膜からなる画素電極（発光素子の陽極）である。透明導電膜としては、酸化インジウムと酸化スズとの化合物、酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物、酸化亜鉛、酸化スズまたは酸化インジウムを用いることができる。また、前記透明導電膜にガリウムを添加したものを用いても良い。画素電極 7 1 0 は、上記配線を形成する前に平坦な層間絶縁膜 7 1 1 上に形成する。本実施例においては、樹脂からなる平坦化膜 7 1 1 を用いて TFT による段差を平坦化することは非常に重要である。後に形成される発光層は非常に薄いため、段差が存在することによって発光不良を起こす場合がある。従って、発光層をできるだけ平坦面に形成しうるように画素電極を形成する前に平坦化しておくことが

望ましい。

【0 1 2 3】

配線 7 0 1 ~ 7 0 7 を形成後、図 2 3 に示すようにバンク 7 1 2 を形成する。バンク 7 1 2 は 1 0 0 ~ 4 0 0 n m の珪素を含む絶縁膜もしくは有機樹脂膜をパターンニングして形成すれば良い。

【0 1 2 4】

なお、バンク 7 1 2 は絶縁膜であるため、成膜時における素子の静電破壊には注意が必要である。本実施例ではバンク 7 1 2 の材料となる絶縁膜中にカーボン粒子や金属粒子を添加して抵抗率を下げ、静電気の発生を抑制する。この際、抵抗率は $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^{12} \Omega \text{ m}$ (好ましくは $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{10} \Omega \text{ m}$) となるようにカーボン粒子や金属粒子の添加量を調節すれば良い。

【0 1 2 5】

画素電極 7 1 0 の上には発光層 7 1 3 が形成される。なお、図 2 3 では一画素しか図示していないが、本実施例では R (赤)、G (緑)、B (青) の各色に対応した発光層を作り分けている。また、本実施例では蒸着法により低分子系有機発光材料を形成している。具体的には、正孔注入層として 2 0 n m 厚の銅フタロシアニン (C u P c) 膜を設け、その上に発光層として 7 0 n m 厚のトリスー 8 - キノリノラトアルミニウム錯体 (A l q₃) 膜を設けた積層構造としている。A l q₃ にキナクリドン、ペリレンもしくは D C M 1 といった蛍光色素を添加することで発光色を制御することができる。

【0 1 2 6】

但し、以上の例は発光層として用いることのできる発光材料の一例であって、これに限定する必要はまったくない。発光層、電荷輸送層または電荷注入層を自由に組み合わせて発光層 (発光及びそのためのキャリアの移動を行わせるための層) を形成すれば良い。例えば、本実施例では低分子系有機発光材料を発光層として用いる例を示したが、高分子系有機発光材料を用いても良い。また、電荷輸送層や電荷注入層として炭化珪素等の無機材料を用いることも可能である。これらの有機発光材料や無機材料は公知の材料を用いることができる。

【0 1 2 7】

次に、発光層 7 1 3 の上には導電膜からなる陰極 7 1 4 が設けられる。本実施例の場合、導電膜としてアルミニウムとリチウムとの合金膜を用いる。勿論、公知の M g A g 膜（マグネシウムと銀との合金膜）を用いても良い。陰極材料としては、周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素からなる導電膜もしくはそれらの元素を添加した導電膜を用いれば良い。

【 0 1 2 8 】

この陰極 7 1 4 まで形成された時点で発光素子 7 1 5 が完成する。なお、ここでの発光素子 7 1 5 は、画素電極（陽極） 7 1 0、発光層 7 1 3 及び陰極 7 1 4 で形成されたダイオードを指す。

【 0 1 2 9 】

発光素子 7 1 5 を完全に覆うようにしてパッシベーション膜 7 1 6 を設けることは有効である。パッシベーション膜 7 1 6 としては、炭素膜、窒化珪素膜もしくは窒化酸化珪素膜を含む絶縁膜からなり、該絶縁膜を単層もしくは組み合わせた積層で用いる。

【 0 1 3 0 】

この際、カバレッジの良い膜をパッシベーション膜として用いることが好ましく、炭素膜、特に D L C （ダイヤモンドライクカーボン）膜を用いることは有効である。D L C 膜は室温から 1 0 0 ℃ 以下の温度範囲で成膜可能であるため、耐熱性の低い発光層 7 1 3 の上方にも容易に成膜することができる。また、D L C 膜は酸素に対するブロッキング効果が高く、発光層 7 1 3 の酸化を抑制することが可能である。そのため、この後に続く封止工程を行う間に発光層 7 1 3 が酸化するといった問題を防止できる。

【 0 1 3 1 】

さらに、パッシベーション膜 7 1 6 上に封止材 7 1 7 を設け、カバー材 7 1 8 を貼り合わせる。封止材 7 1 7 としては紫外線硬化樹脂を用いれば良く、内部に吸湿効果を有する物質もしくは酸化防止効果を有する物質を設けることは有効である。また、本実施例においてカバー材 7 1 8 はガラス基板や石英基板やプラスチック基板（プラスチックフィルムも含む）の両面に炭素膜（好ましくはダイヤモンドライクカーボン膜）を形成したものをを用いる。

【 0 1 3 2 】

こうして図 2 3 に示すような構造の発光装置が完成する。なお、バンク 7 1 2 を形成した後、パッシベーション膜 7 1 6 を形成するまでの工程をマルチチャンバー方式（またはインライン方式）の成膜装置を用いて、大気解放せずに連続的に処理することは有効である。また、さらに発展させてカバー材 7 1 8 を貼り合わせる工程までを大気解放せずに連続的に処理することも可能である。

【 0 1 3 3 】

こうして、プラスチック基板を母体とする絶縁体 5 0 1 上に n チャネル型 T F T 6 0 1、6 0 2、スイッチング T F T（n チャネル型 T F T）6 0 3 および電流制御 T F T（n チャネル型 T F T）6 0 4 が形成される。ここまでの製造工程で必要としたマスク数は、一般的なアクティブマトリクス型発光装置よりも少ない。

【 0 1 3 4 】

即ち、T F T の製造工程が大幅に簡略化されており、歩留まりの向上および製造コストの低減が実現できる。

【 0 1 3 5 】

さらに、図 2 3 を用いて説明したように、ゲート電極に絶縁膜を介して重なる不純物領域を設けることによりホットキャリア効果に起因する劣化に強い n チャネル型 T F T を形成することができる。そのため、信頼性の高い発光装置を実現できる。

【 0 1 3 6 】

また、本実施例では画素部と駆動回路の構成のみ示しているが、本実施例の製造工程に従えば、その他にも信号分割回路、D/A コンバータ、オペアンプ、 γ 補正回路などの論理回路を同一の絶縁体上に形成可能であり、さらにはメモリやマイクロプロセッサをも形成しうる。

【 0 1 3 7 】

さらに、発光素子を保護するための封止（または封入）工程まで行った後の本実施例の発光装置について図 2 4 を用いて説明する。なお、必要に応じて図 2 3 で用いた符号を引用する。

【 0 1 3 8 】

図 2 4 (A) は、発光素子の封止までを行った状態を示す上面図、図 2 4 (B) は図 2 4 (A) を C - C ' で切断した断面図である。点線で示された 8 0 1 はソース側駆動回路、8 0 6 は画素部、8 0 7 はゲート側駆動回路である。また、9 0 1 はカバー材、9 0 2 は第 1 シール材、9 0 3 は第 2 シール材であり、第 1 シール材 9 0 2 で囲まれた内側には封止材 9 0 7 が設けられる。

【 0 1 3 9 】

なお、9 0 4 はソース側駆動回路 8 0 1 及びゲート側駆動回路 8 0 7 に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となる F P C (フレキシブルプリントサーキット) 9 0 5 からビデオ信号やクロック信号を受け取る。なお、ここでは F P C しか図示されていないが、この F P C にはプリント配線基盤 (P W B) が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それに F P C もしくは P W B が取り付けられた状態をも含むものとする。

【 0 1 4 0 】

次に、断面構造について図 2 4 (B) を用いて説明する。基板 7 0 0 の上方には画素部 8 0 6、ゲート側駆動回路 8 0 7 が形成されており、画素部 8 0 6 は電流制御 T F T 6 0 4 とそのドレインに電氣的に接続された画素電極 7 1 0 を含む複数の画素により形成される。また、ゲート側駆動回路 8 0 7 は n チャネル型 T F T 6 0 1 と p チャネル型 T F T 6 0 2 とを組み合わせた C M O S 回路 (図 1 4 参照) を用いて形成される。

【 0 1 4 1 】

画素電極 7 1 0 は発光素子の陽極として機能する。また、画素電極 7 1 0 の両端にはバンク 7 1 2 が形成され、画素電極 7 1 0 上には発光層 7 1 3 および発光素子の陰極 7 1 4 が形成される。

【 0 1 4 2 】

陰極 7 1 4 は全画素に共通の配線としても機能し、接続配線 9 0 4 を経由して F P C 9 0 5 に電氣的に接続されている。さらに、画素部 8 0 6 及びゲート側駆動回路 8 0 7 に含まれる素子は全て陰極 7 1 4 およびパッシベーション膜 5 6 7

で覆われている。

【 0 1 4 3 】

また、第 1 シール材 9 0 2 によりカバー材 9 0 1 が貼り合わされている。なお、カバー材 9 0 1 と発光素子との間隔を確保するために樹脂膜からなるスペーサを設けても良い。そして、第 1 シール材 9 0 2 の内側には封止材 9 0 7 が充填されている。なお、第 1 シール材 9 0 2、封止材 9 0 7 としてはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、第 1 シール材 9 0 2 はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。さらに、封止材 9 0 7 の内部に吸湿効果をもつ物質や酸化防止効果をもつ物質を含有させても良い。

【 0 1 4 4 】

発光素子を覆うようにして設けられた封止材 9 0 7 はカバー材 9 0 1 を接着するための接着剤としても機能する。また、本実施例ではカバー材 9 0 1 を構成するプラスチック基板 9 0 1 a の材料として F R P (Fiberglass-Reinforced Plastics)、P V F (ポリビニルフロライド)、マイラー、ポリエステルまたはアクリルを用いることができる。

【 0 1 4 5 】

また、封止材 9 0 7 を用いてカバー材 9 0 1 を接着した後、封止材 9 0 7 の側面（露呈面）を覆うように第 2 シール材 9 0 3 を設ける。第 2 シール材 9 0 3 は第 1 シール材 9 0 2 と同じ材料を用いることができる。

【 0 1 4 6 】

以上のような構造で発光素子を封止材 9 0 7 に封入することにより、発光素子を外部から完全に遮断することができ、外部から水分や酸素等の発光層の酸化による劣化を促す物質が侵入することを防ぐことができる。従って、信頼性の高い発光装置が得られる。

【 0 1 4 7 】

なお、本実施例は実施例 1 乃至 5 と自由に組み合わせることが可能である。

【 0 1 4 8 】

[実施例 8]

本発明を適用して、様々な電気光学装置（アクティブマトリクス型液晶表示装

置、アクティブマトリクス型発光装置、アクティブマトリクス型 E C 表示装置) を作製することができる。即ち、それら電気光学装置を表示部に組み込んだ電子機器全てに本発明を実施できる。

【 0 1 4 9 】

その様な電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、プロジェクター、ヘッドマウントディスプレイ (ゴーグル型ディスプレイ)、カーナビゲーション、カーステレオ、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末 (モバイルコンピュータ、携帯電話または電子書籍等) などが挙げられる。それらの一例を図 2 5、図 2 6 及び図 2 7 に示す。

【 0 1 5 0 】

図 2 5 (A) はパーソナルコンピュータであり、本体 2 0 0 1、画像入力部 2 0 0 2、表示部 2 0 0 3、キーボード 2 0 0 4 等を含む。本発明を表示部 2 0 0 3 に適用することができる。

【 0 1 5 1 】

図 2 5 (B) はビデオカメラであり、本体 2 1 0 1、表示部 2 1 0 2、音声入力部 2 1 0 3、操作スイッチ 2 1 0 4、バッテリー 2 1 0 5、受像部 2 1 0 6 等を含む。本発明を表示部 2 1 0 2 に適用することができる。

【 0 1 5 2 】

図 2 5 (C) はモバイルコンピュータ (モービルコンピュータ) であり、本体 2 2 0 1、カメラ部 2 2 0 2、受像部 2 2 0 3、操作スイッチ 2 2 0 4、表示部 2 2 0 5 等を含む。本発明は表示部 2 2 0 5 に適用できる。

【 0 1 5 3 】

図 2 5 (D) はゴーグル型ディスプレイであり、本体 2 3 0 1、表示部 2 3 0 2、アーム部 2 3 0 3 等を含む。本発明は表示部 2 3 0 2 に適用することができる。

【 0 1 5 4 】

図 2 5 (E) はプログラムを記録した記録媒体 (以下、記録媒体と呼ぶ) を用いるプレイヤーであり、本体 2 4 0 1、表示部 2 4 0 2、スピーカ部 2 4 0 3、記録媒体 2 4 0 4、操作スイッチ 2 4 0 5 等を含む。なお、このプレイヤーは記

録媒体としてDVD (Digital Versatile Disc)、CD等を用い、音楽鑑賞や映画鑑賞やゲームやインターネットを行なうことができる。本発明は表示部 2 4 0 2 に適用することができる。

【 0 1 5 5 】

図 2 5 (F) はデジタルカメラであり、本体 2 5 0 1、表示部 2 5 0 2、接眼部 2 5 0 3、操作スイッチ 2 5 0 4、受像部 (図示しない) 等を含む。本発明を表示部 2 5 0 2 に適用することができる。

【 0 1 5 6 】

図 2 6 (A) はフロント型プロジェクターであり、投射装置 2 6 0 1、スクリーン 2 6 0 2 等を含む。本発明は投射装置 2 6 0 1 の一部を構成する液晶表示装置 2 8 0 8 やその他の駆動回路に適用することができる。

【 0 1 5 7 】

図 2 6 (B) はリア型プロジェクターであり、本体 2 7 0 1、投射装置 2 7 0 2、ミラー 2 7 0 3、スクリーン 2 7 0 4 等を含む。本発明は投射装置 2 7 0 2 の一部を構成する液晶表示装置 2 8 0 8 やその他の駆動回路に適用することができる。

【 0 1 5 8 】

なお、図 2 6 (C) は、図 2 6 (A) 及び図 2 6 (B) 中における投射装置 2 6 0 1、2 7 0 2 の構造の一例を示した図である。投射装置 2 6 0 1、2 7 0 2 は、光源光学系 2 8 0 1、ミラー 2 8 0 2、2 8 0 4 ~ 2 8 0 6、ダイクロイックミラー 2 8 0 3、プリズム 2 8 0 7、液晶表示装置 2 8 0 8、位相差板 2 8 0 9、投射光学系 2 8 1 0 で構成される。投射光学系 2 8 1 0 は、投射レンズを含む光学系で構成される。本実施例は三板式の例を示したが、特に限定されず、例えば単板式であってもよい。また、図 2 6 (C) 中において矢印で示した光路に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するためのフィルム、IR フィルム等の光学系を設けてもよい。

【 0 1 5 9 】

また、図 2 6 (D) は、図 2 6 (C) 中における光源光学系 2 8 0 1 の構造の一例を示した図である。本実施例では、光源光学系 2 8 0 1 は、リフレクター 2

8 1 1、光源 2 8 1 2、レンズアレイ 2 8 1 3、2 8 1 4、偏光変換素子 2 8 1 5、集光レンズ 2 8 1 6 で構成される。なお、図 2 6 (D) に示した光源光学系は一例であって特に限定されない。例えば、光源光学系に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するフィルム、I R フィルム等の光学系を設けてもよい。

【0 1 6 0】

ただし、図 2 6 に示したプロジェクターにおいては、透過型の電気光学装置を用いた場合を示しており、反射型の電気光学装置及び発光装置での適用例は図示していない。

【0 1 6 1】

図 2 7 (A) は携帯電話であり、本体 2 9 0 1、音声出力部 2 9 0 2、音声入力部 2 9 0 3、表示部 2 9 0 4、操作スイッチ 2 9 0 5、アンテナ 2 9 0 6 等を含む。本発明を表示部 2 9 0 4 に適用することができる。

【0 1 6 2】

図 2 7 (B) は携帯書籍（電子書籍）であり、本体 3 0 0 1、表示部 3 0 0 2、3 0 0 3、記憶媒体 3 0 0 4、操作スイッチ 3 0 0 5、アンテナ 3 0 0 6 等を含む。本発明は表示部 3 0 0 2、3 0 0 3 に適用することができる。

【0 1 6 3】

図 2 7 (C) はディスプレイであり、本体 3 1 0 1、支持台 3 1 0 2、表示部 3 1 0 3 等を含む。本発明は表示部 3 1 0 3 に適用することができる。本発明のディスプレイは特に大画面化した場合において有利であり、対角 1 0 インチ以上（特に 3 0 インチ以上）のディスプレイには有利である。

【0 1 6 4】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。また、本実施例の電子機器は実施例 1 ～ 7 のどのような組み合わせからなる構成を用いても実現することができる。

【発明の効果】

本発明によれば、レーザアニールの際にレーザ光を線状に加工してスルーブットを向上させるのに加えて、さらにメンテナンスの容易な固体レーザを用いるこ

とで従来のエキシマレーザを用いたレーザアニールよりもスループットの向上が達成できる。延いてはTFTやTFTで形成された液晶表示装置等の半導体装置の製造コストを低減することができる。

【0165】

さらに、半導体膜に対してレーザ光に時間差を設けて照射するという構成でレーザアニールを行なうことにより、従来（エキシマレーザ光を照射した場合）と同程度、もしくはそれ以上の大きさの粒径の結晶粒を有する結晶質半導体膜を得ることが可能である。そして、結晶粒径の大きい結晶質半導体膜を得ることにより、半導体装置の性能を大幅に向上させうる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 レーザ照射装置の構成の例を示す図。

【図2】 レーザ照射装置の構成の例を示す図。

【図3】 シミュレーションに用いた半導体膜の構造および温度観測点を示す図。

【図4】 YAGレーザの出力時間を延ばして半導体膜に照射したときの温度変化を示す図。

【図5】 YAGレーザの出力時間を延ばして半導体膜に照射したときの温度変化を示す図。

【図6】 YAGレーザの出力時間を延ばして半導体膜に照射したときの温度変化を示す図。

【図7】 エキシマレーザを半導体膜に照射したときの温度変化を示す図。

【図8】 シミュレーションに用いたYAGレーザのパルス形状を示す図。

【図9】 YAGレーザを半導体膜に照射したときの温度変化を示す図。

【図10】 (A) YAGレーザを2つのパルスに分割し、一方のパルスを他方のパルスより10ns遅延させて半導体膜に照射したときの温度変化を示す図。

(B) YAGレーザを2つのパルスに分割し、一方のパルスを他方のパルスより20ns遅延させて半導体膜に照射したときの温度変化を示す図。

【図11】 YAGレーザを2つのパルスに分割し、一方のパルスを他方のパルスより30ns遅延させて半導体膜に照射したときの温度変化を示す図。

【図 1 2】 Y A G レーザの出力時間に対する、半導体膜の結晶化開始時間における下地膜の温度変化を示す図。

【図 1 3】 シングルパルス照射後の珪素膜を示す図。

【図 1 4】 ダブルパルス照射後の珪素膜を示す図。

【図 1 5】 シングルパルスまたはダブルパルス照射後の珪素膜に照射して形成された結晶粒の最大粒径を示す図。

【図 1 6】 レーザ照射装置の構成の例を示す図。

【図 1 7】 画素 T F T、駆動回路の T F T の作製工程を示す断面図。

【図 1 8】 画素 T F T、駆動回路の T F T の作製工程を示す断面図。

【図 1 9】 画素 T F T、駆動回路の T F T の作製工程を示す断面図。

【図 2 0】 画素 T F T、駆動回路の T F T の作製工程を示す断面図。

【図 2 1】 画素 T F T の構成を示す上面図。

【図 2 2】 アクティブマトリクス型液晶表示装置の作製工程を示す断面図。

【図 2 3】 発光装置の駆動回路及び画素部の断面構造図。

【図 2 4】 (A) 発光装置の上面図。

(B) 発光装置の駆動回路及び画素部の断面構造図。

【図 2 5】 半導体装置の一例を示す図。

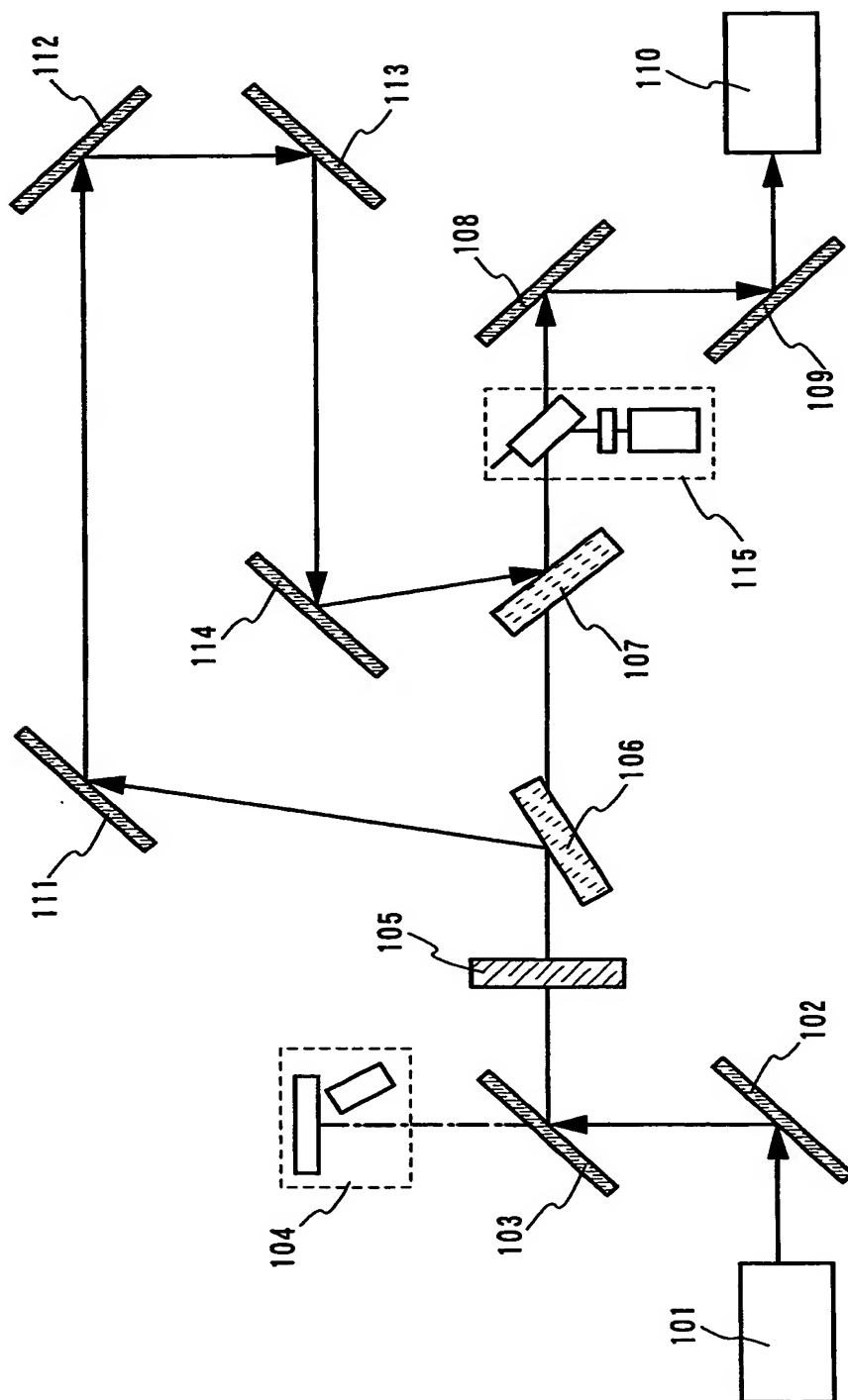
【図 2 6】 半導体装置の一例を示す図。

【図 2 7】 半導体装置の一例を示す図。

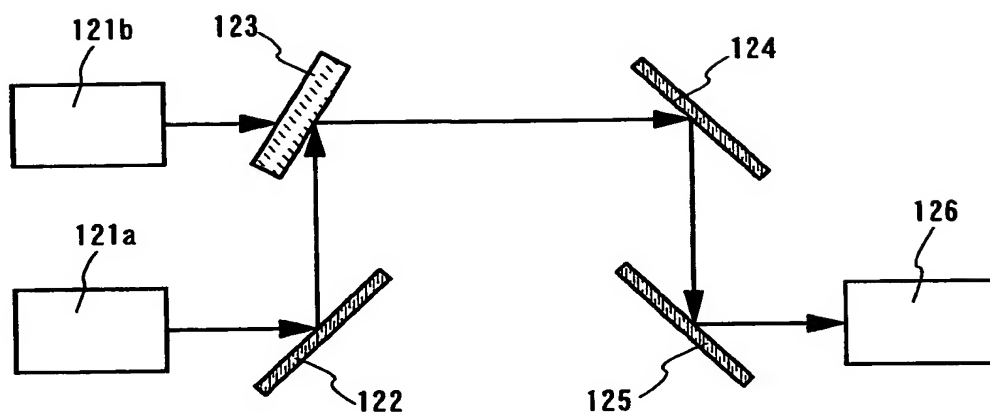
【図 2 8】 溶融時間と結晶化時間を説明する図。

【書類名】 図面

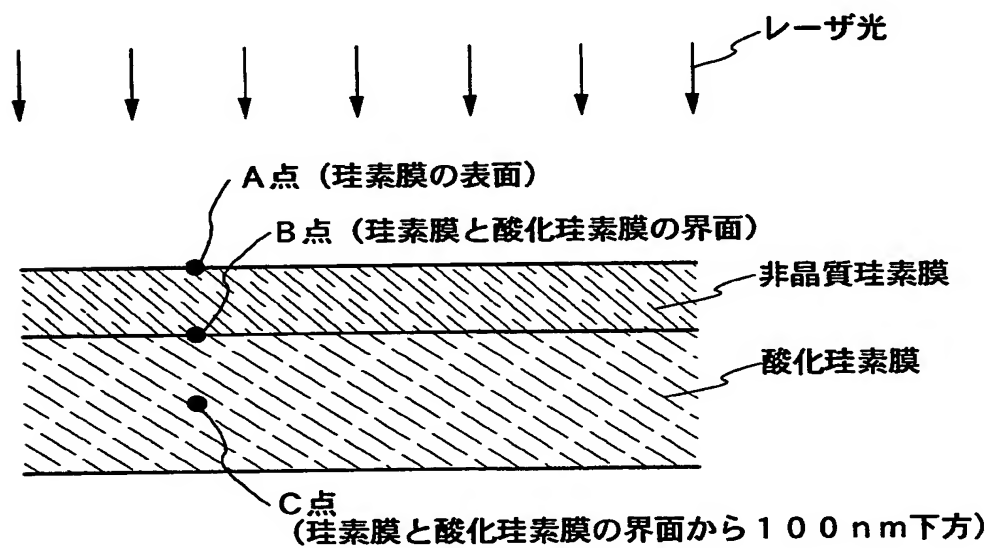
【図 1】



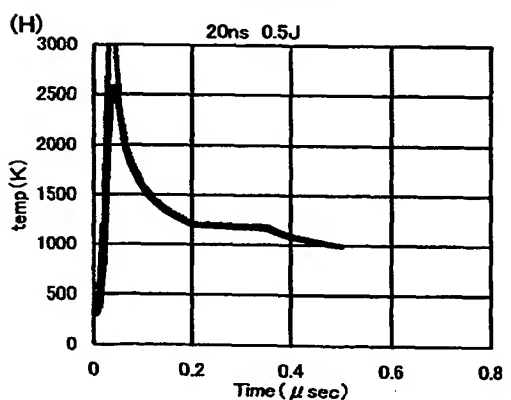
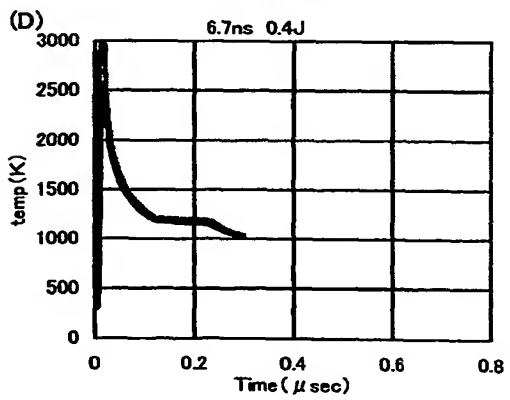
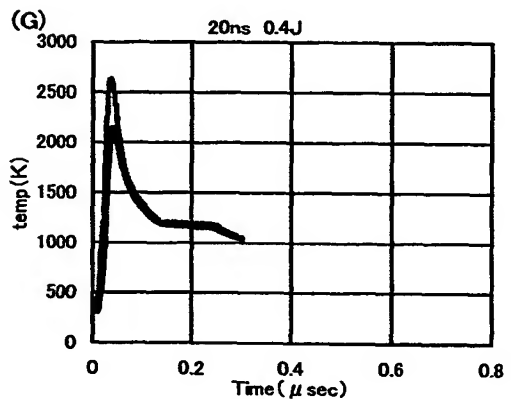
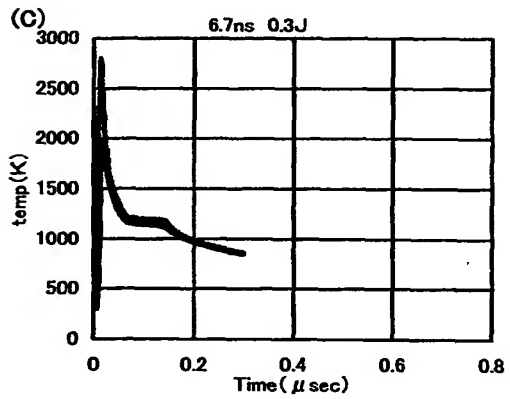
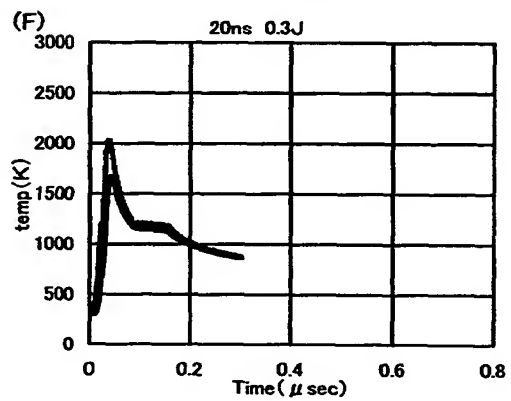
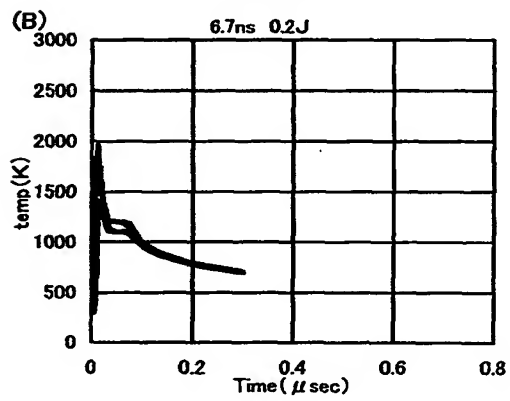
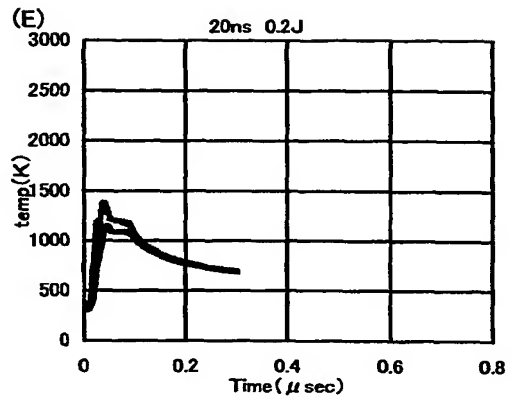
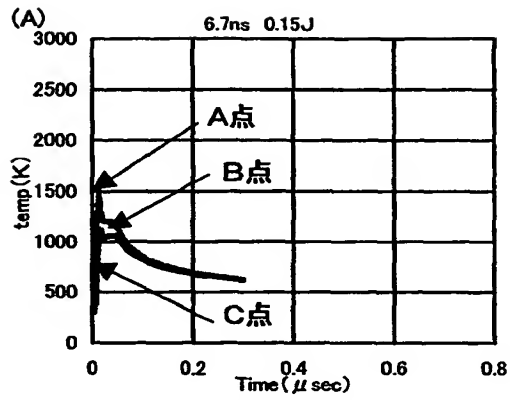
【図 2】



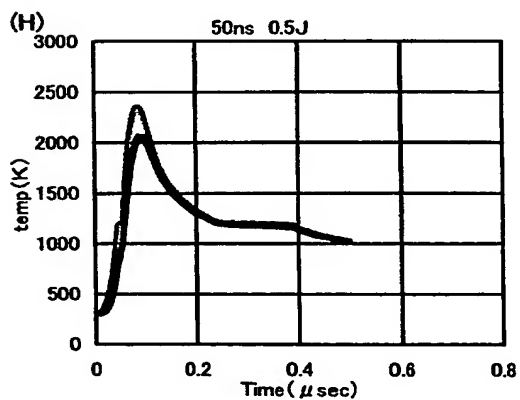
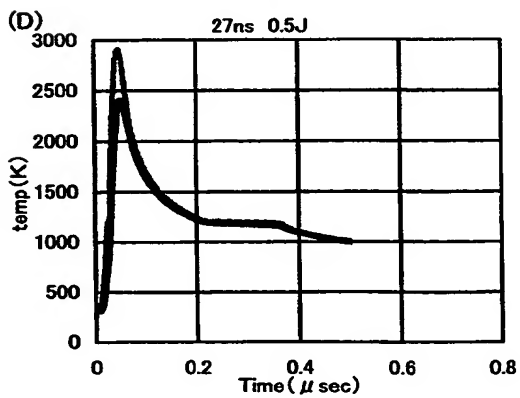
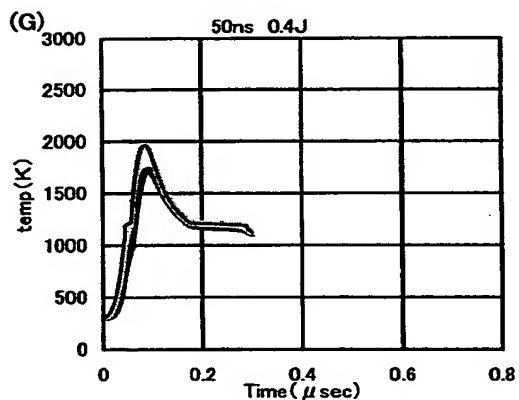
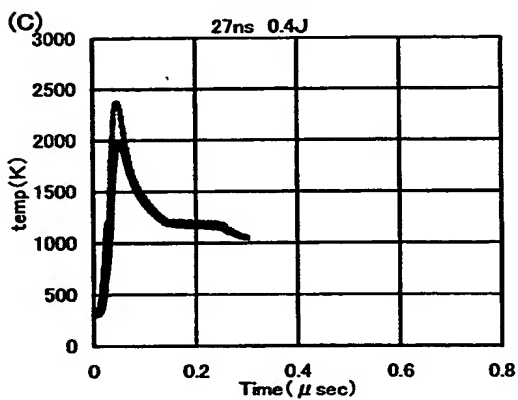
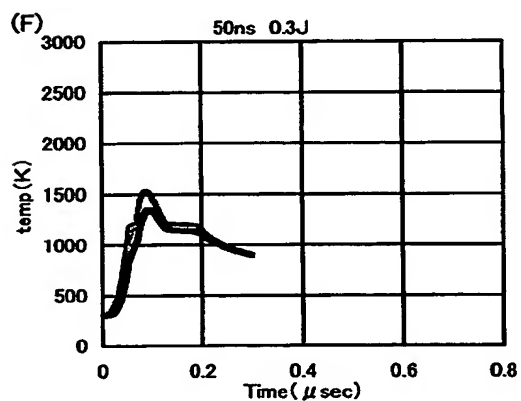
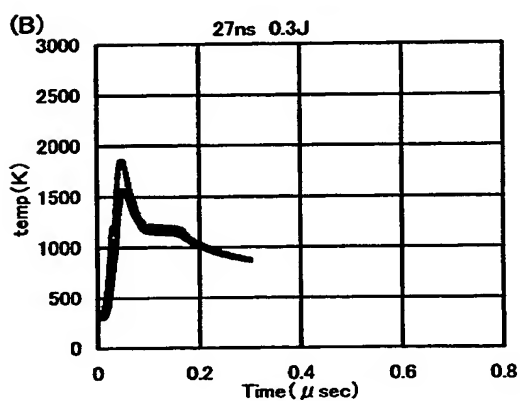
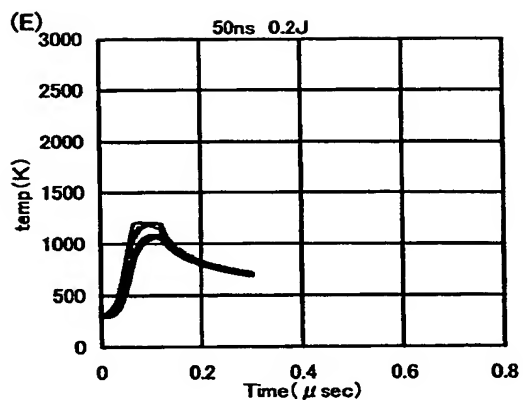
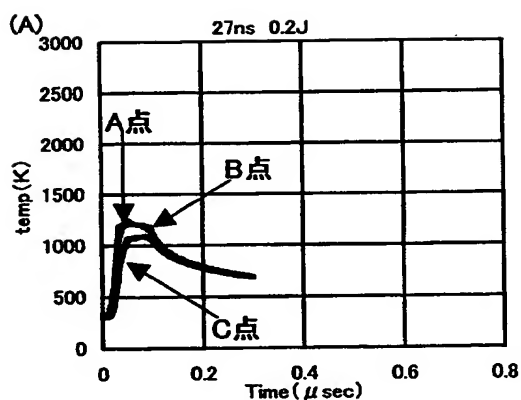
【図 3】



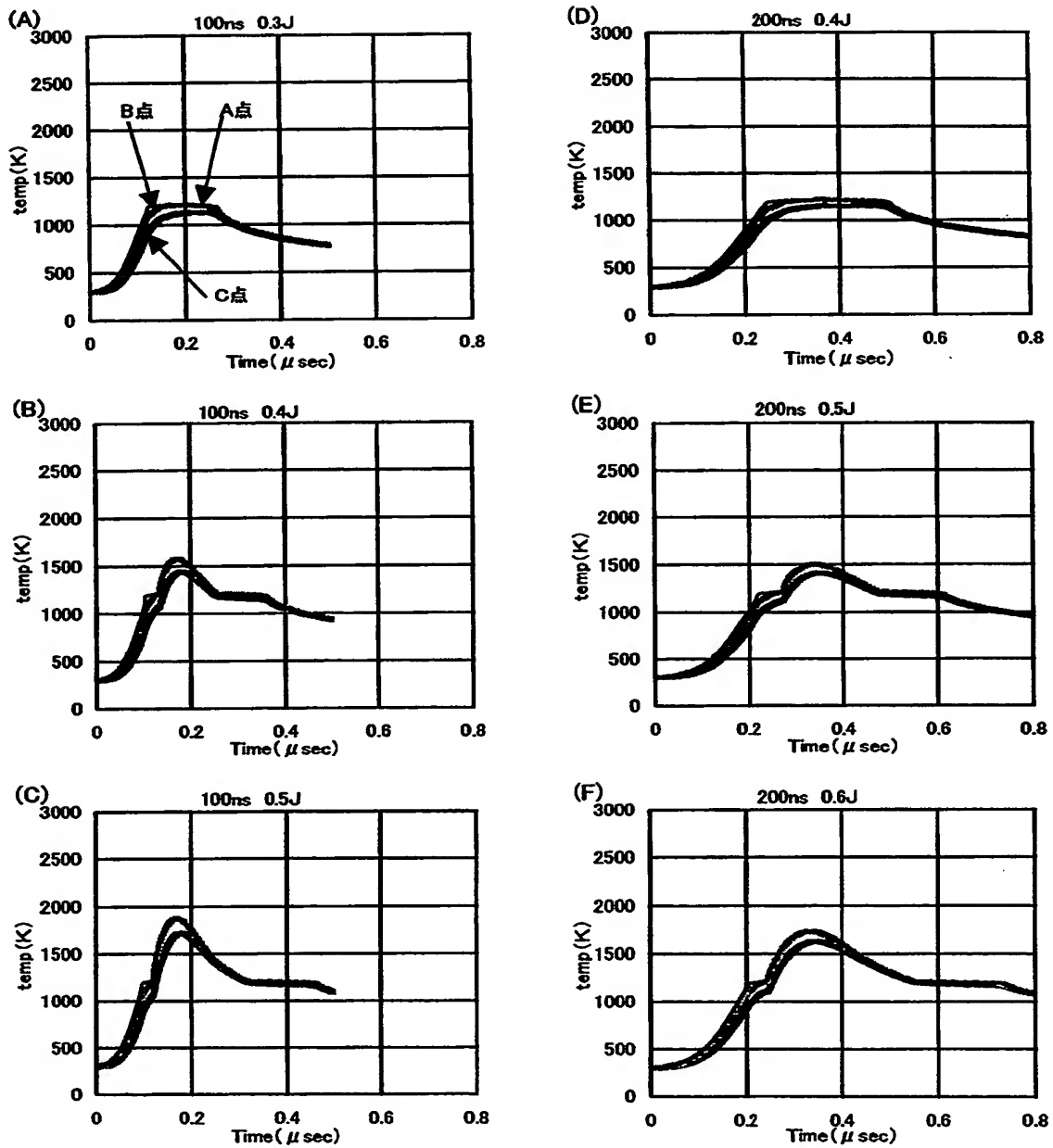
【図 4】



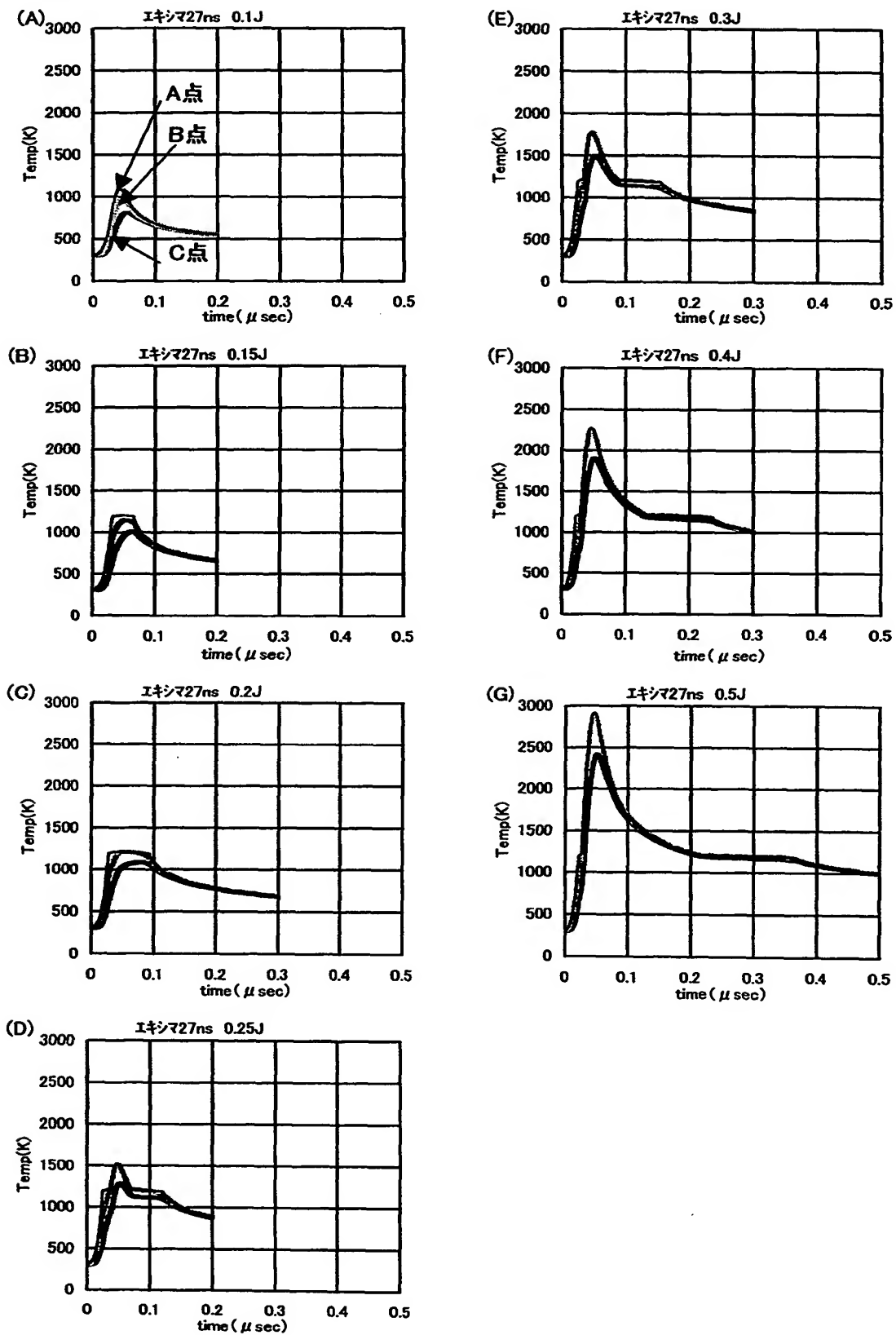
【図 5】



【図 6】

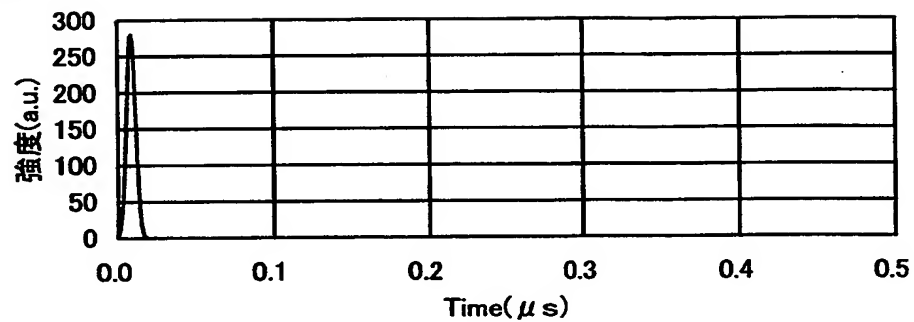


【図 7】

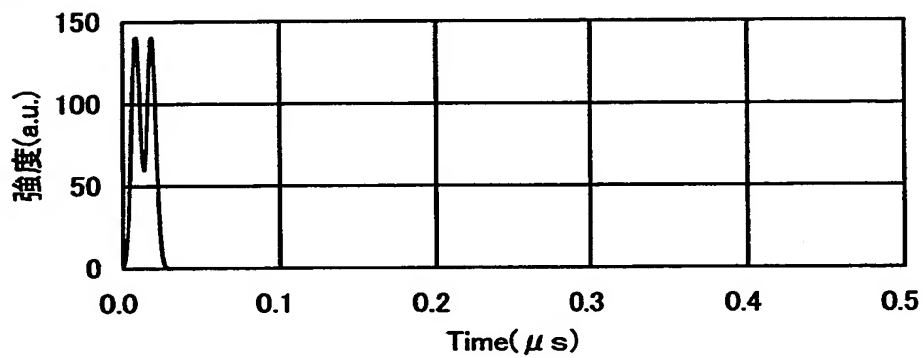


【図 8】

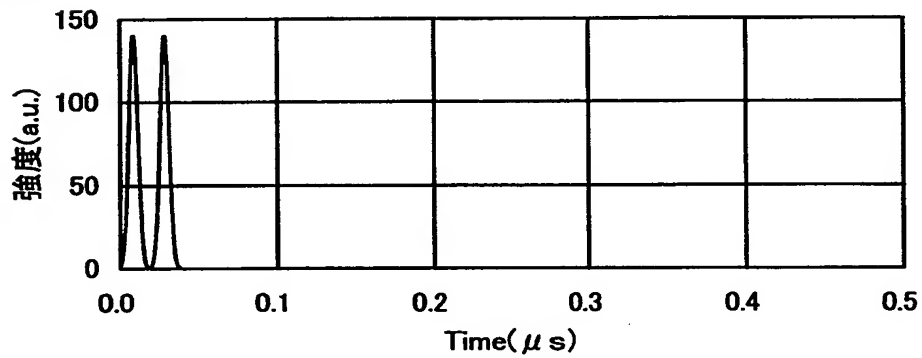
(A)



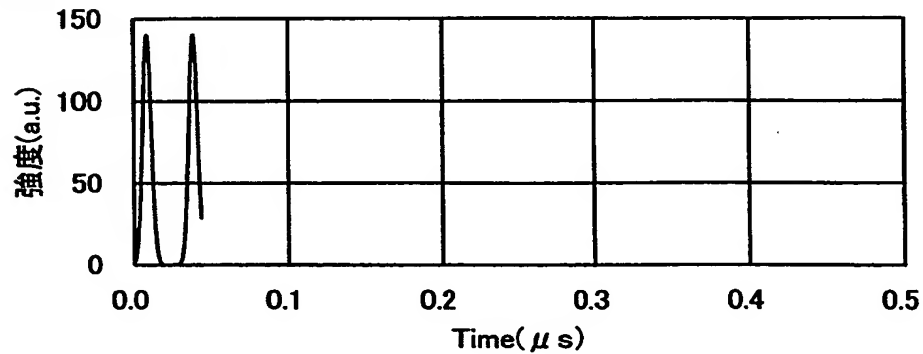
(B)



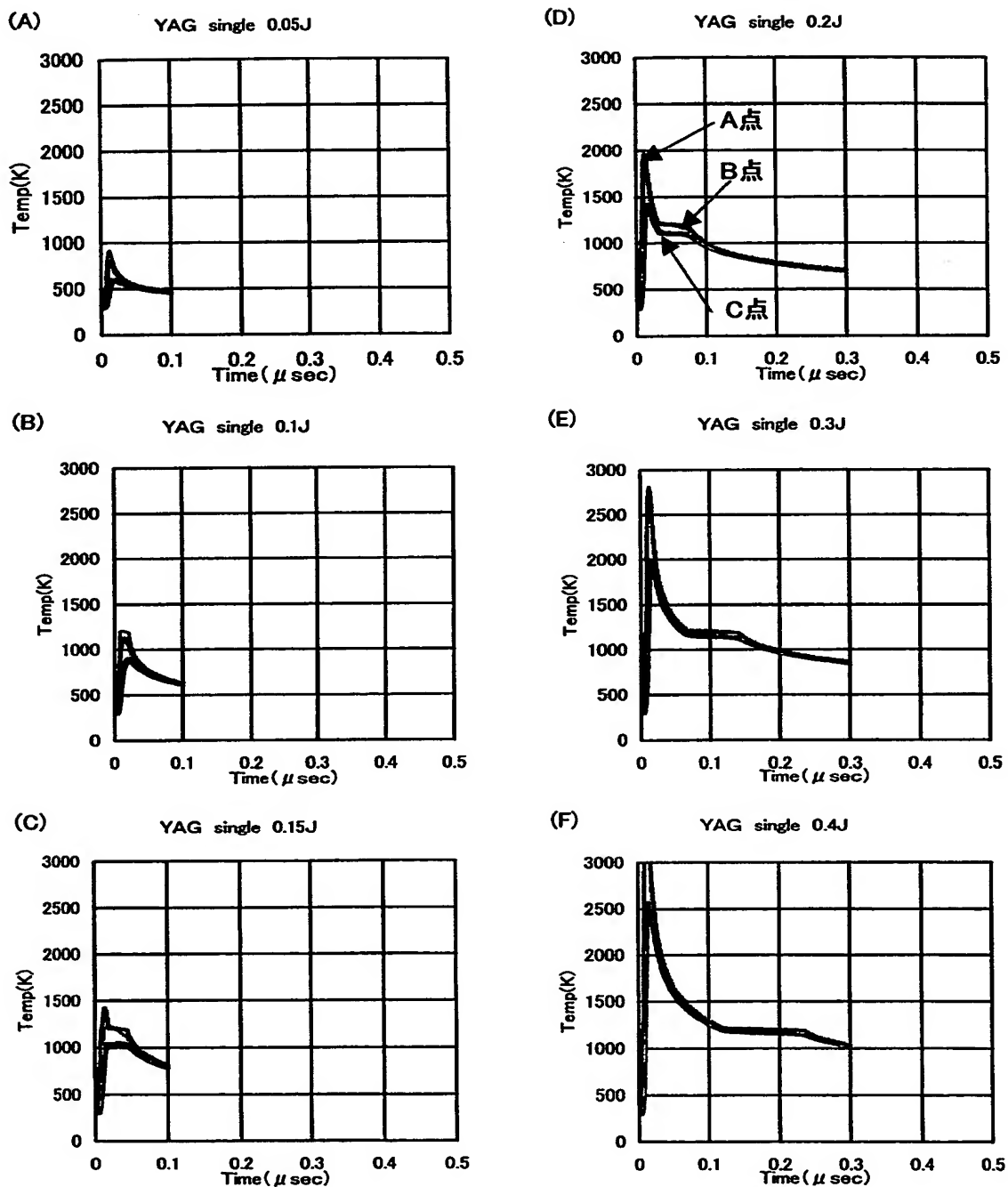
(C)



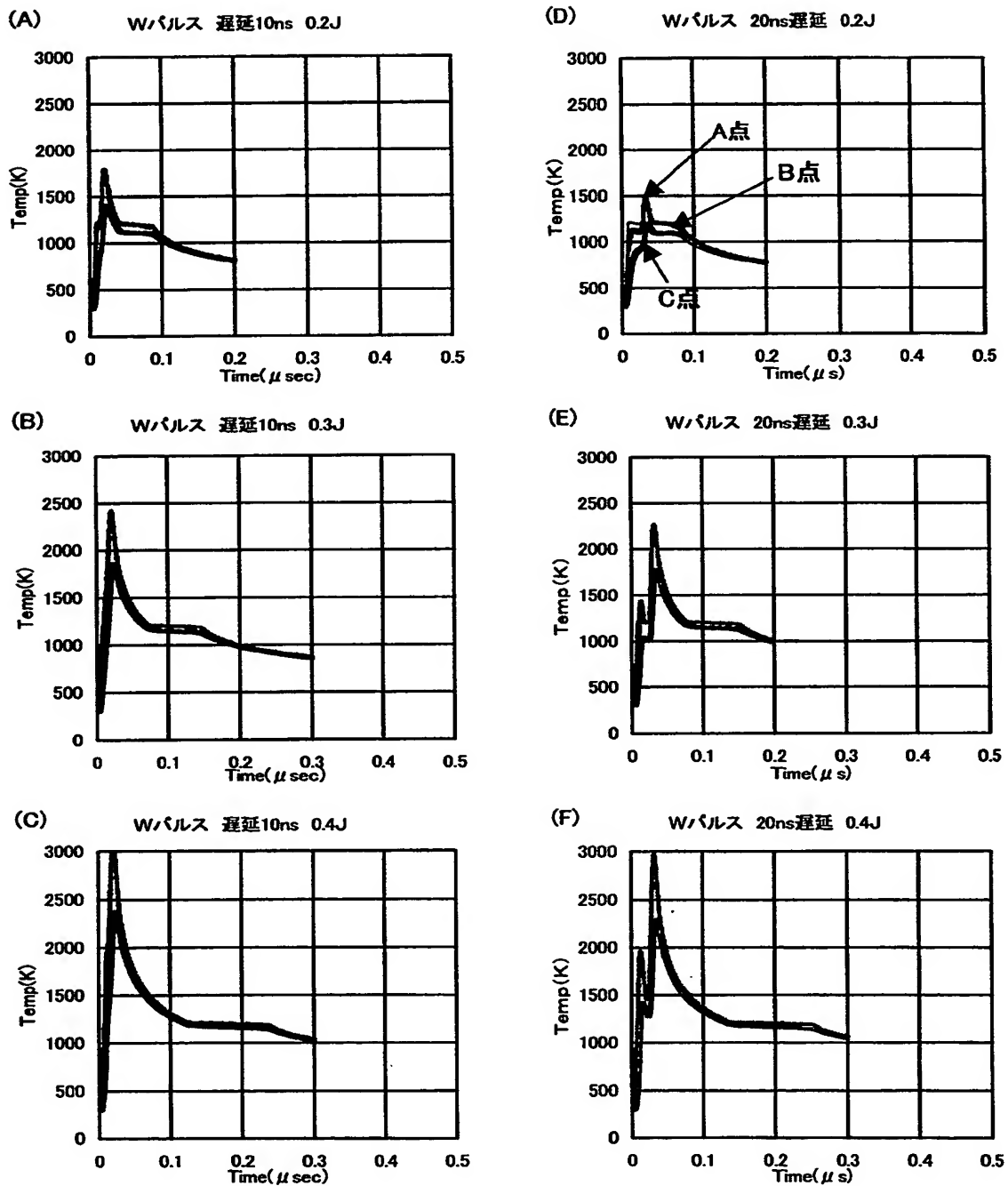
(D)



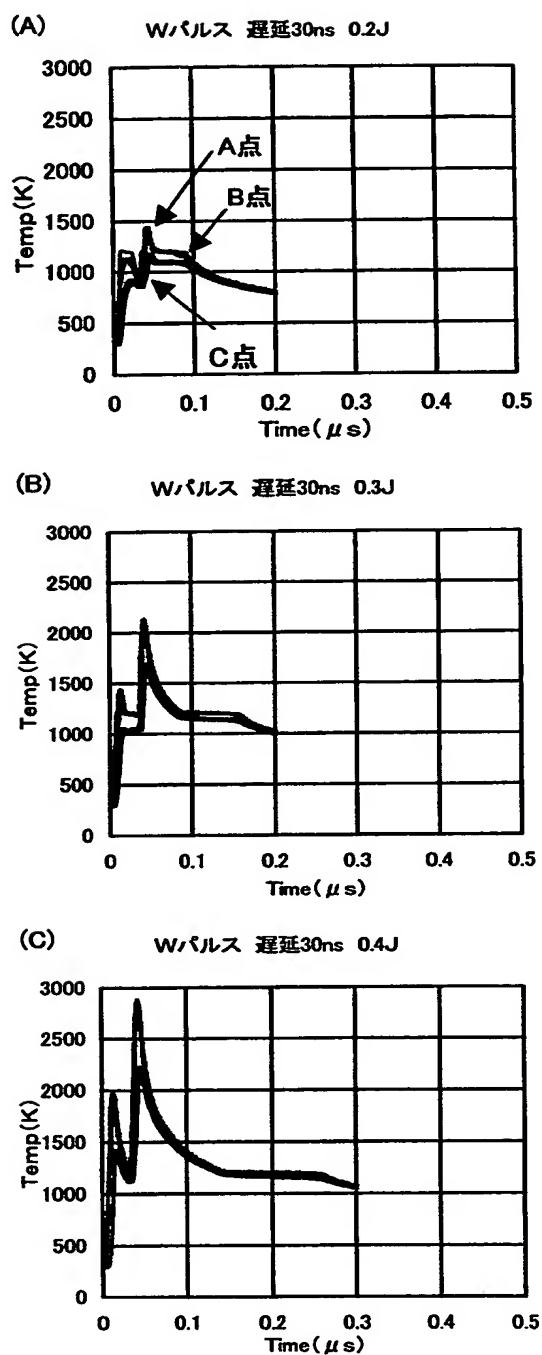
【図 9】



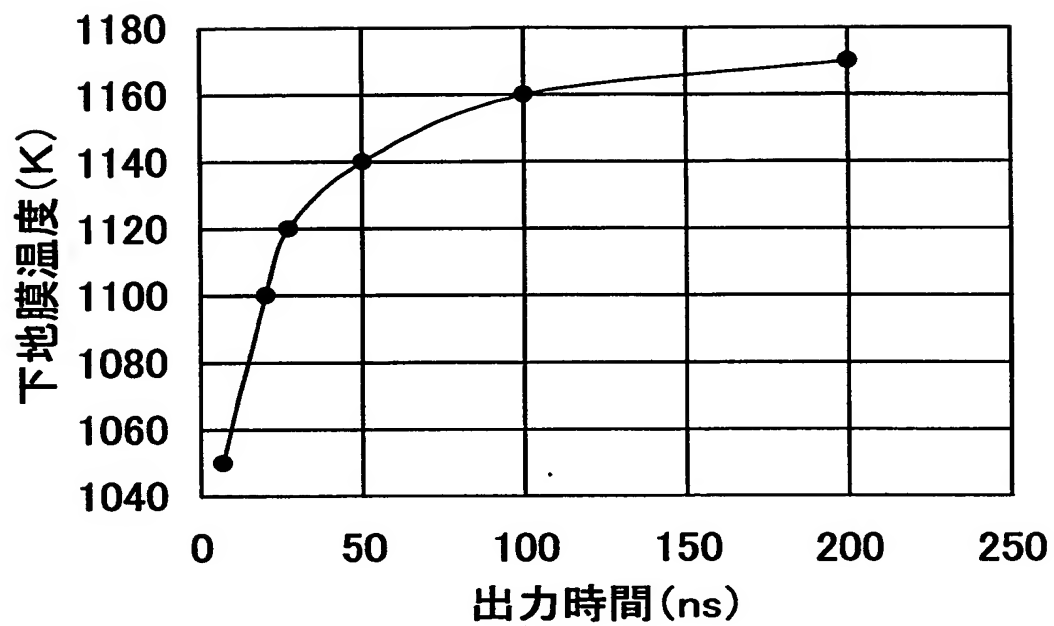
【図 1 0】



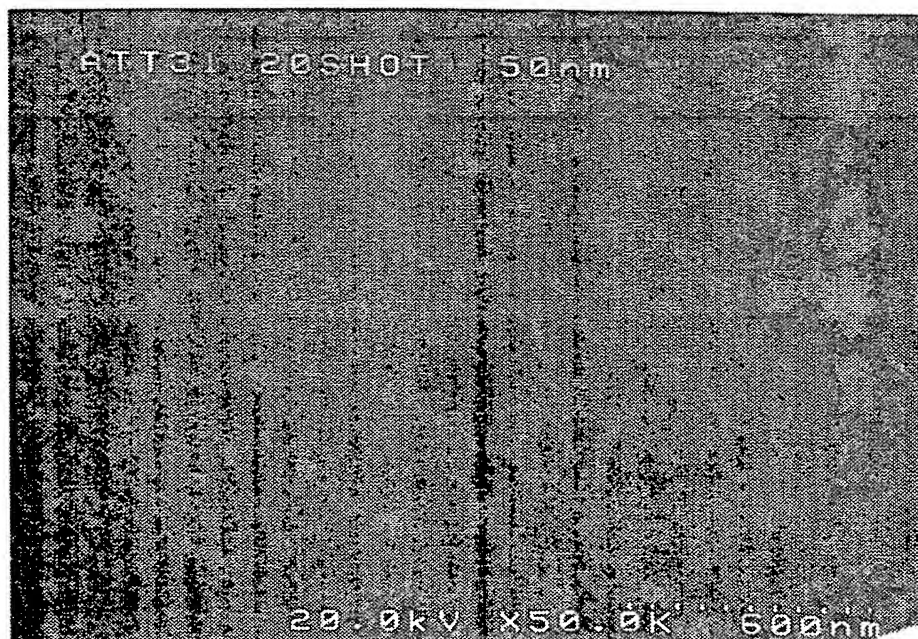
【図 1 1】



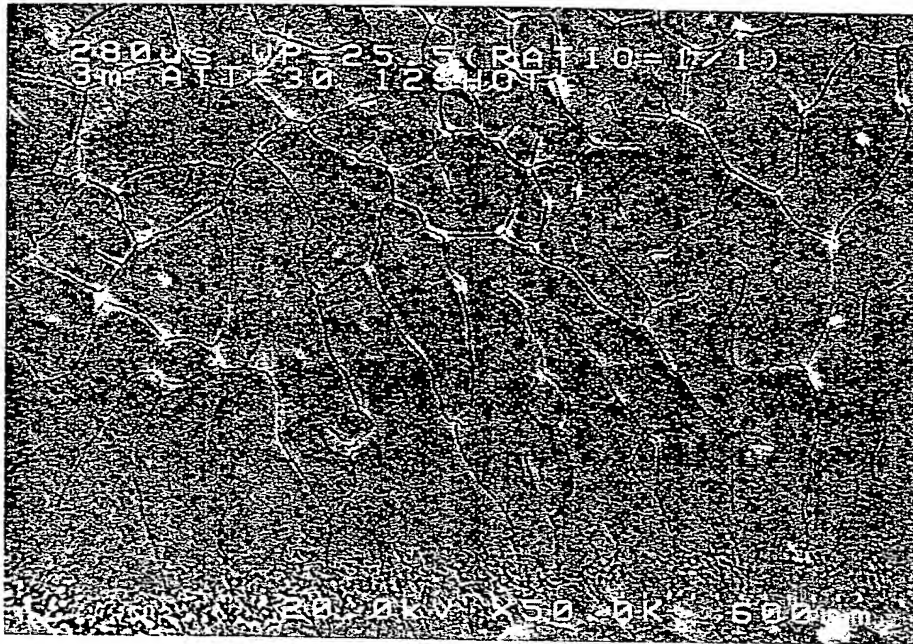
【図 1 2】



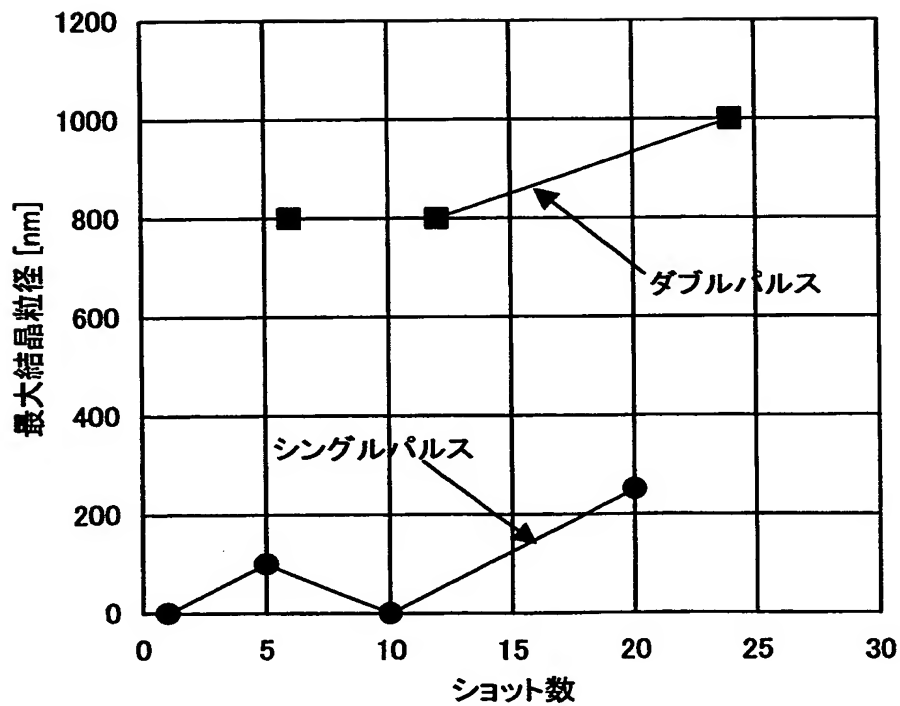
【図 1 3】



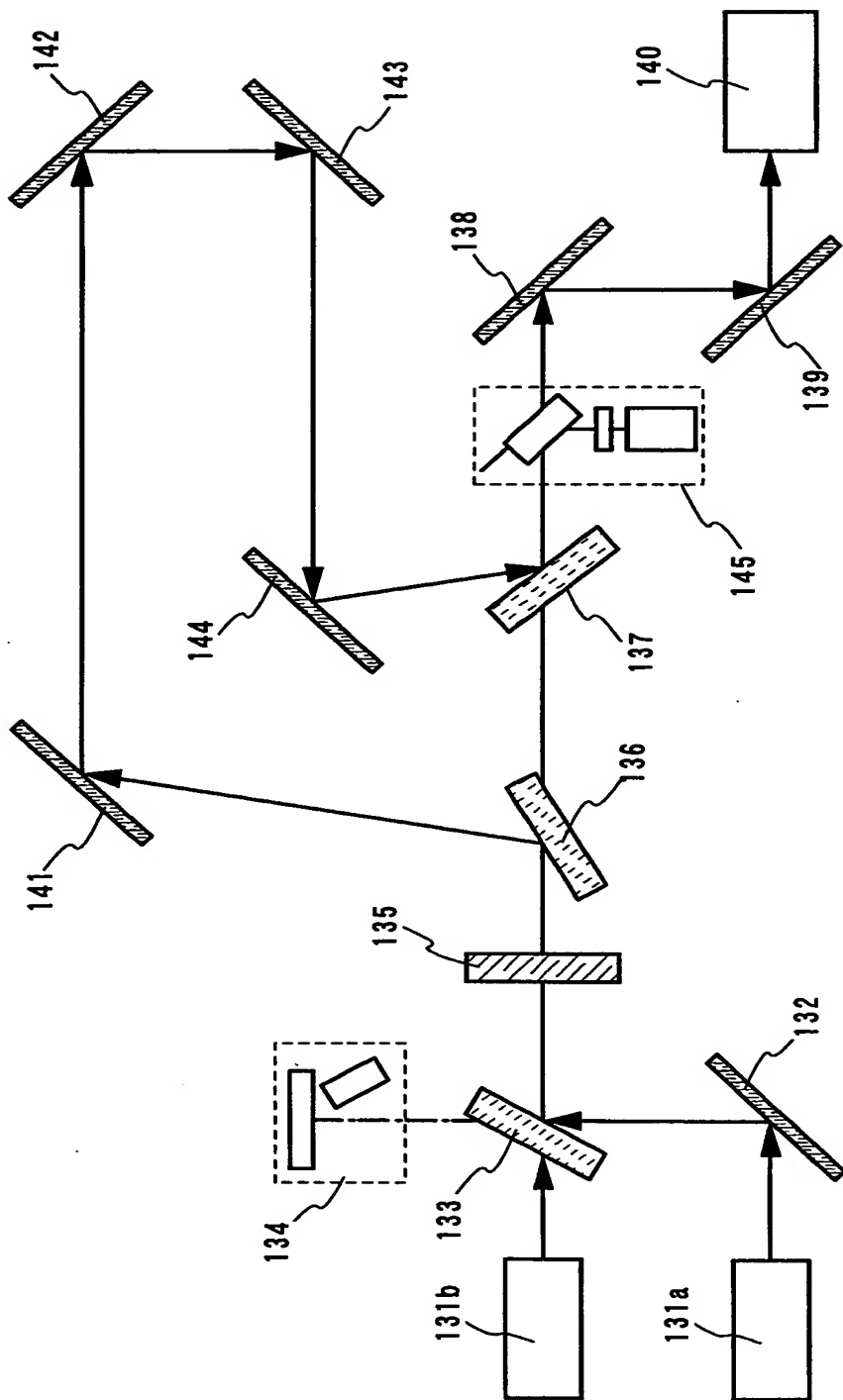
【図 14】



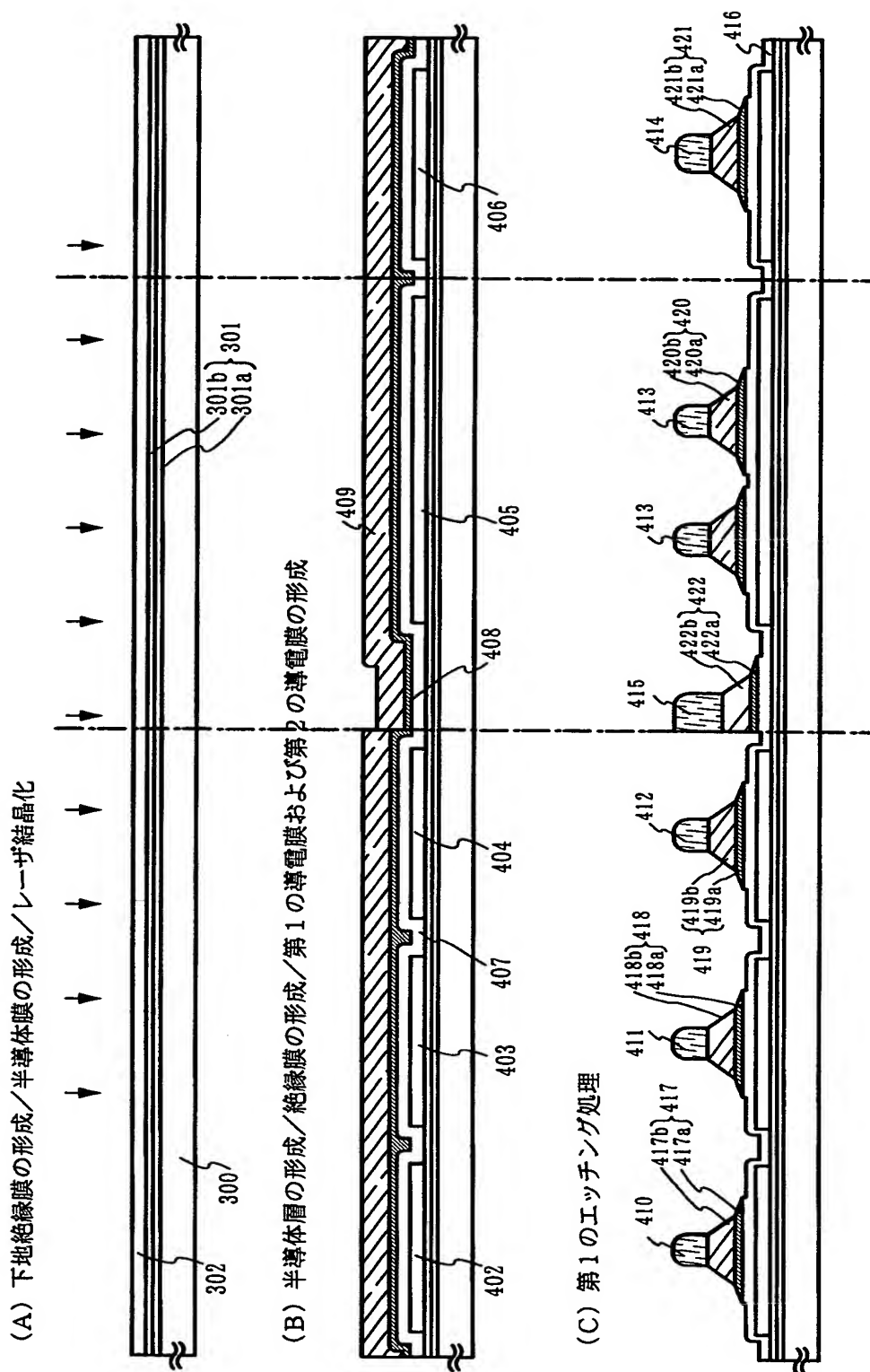
【図 15】



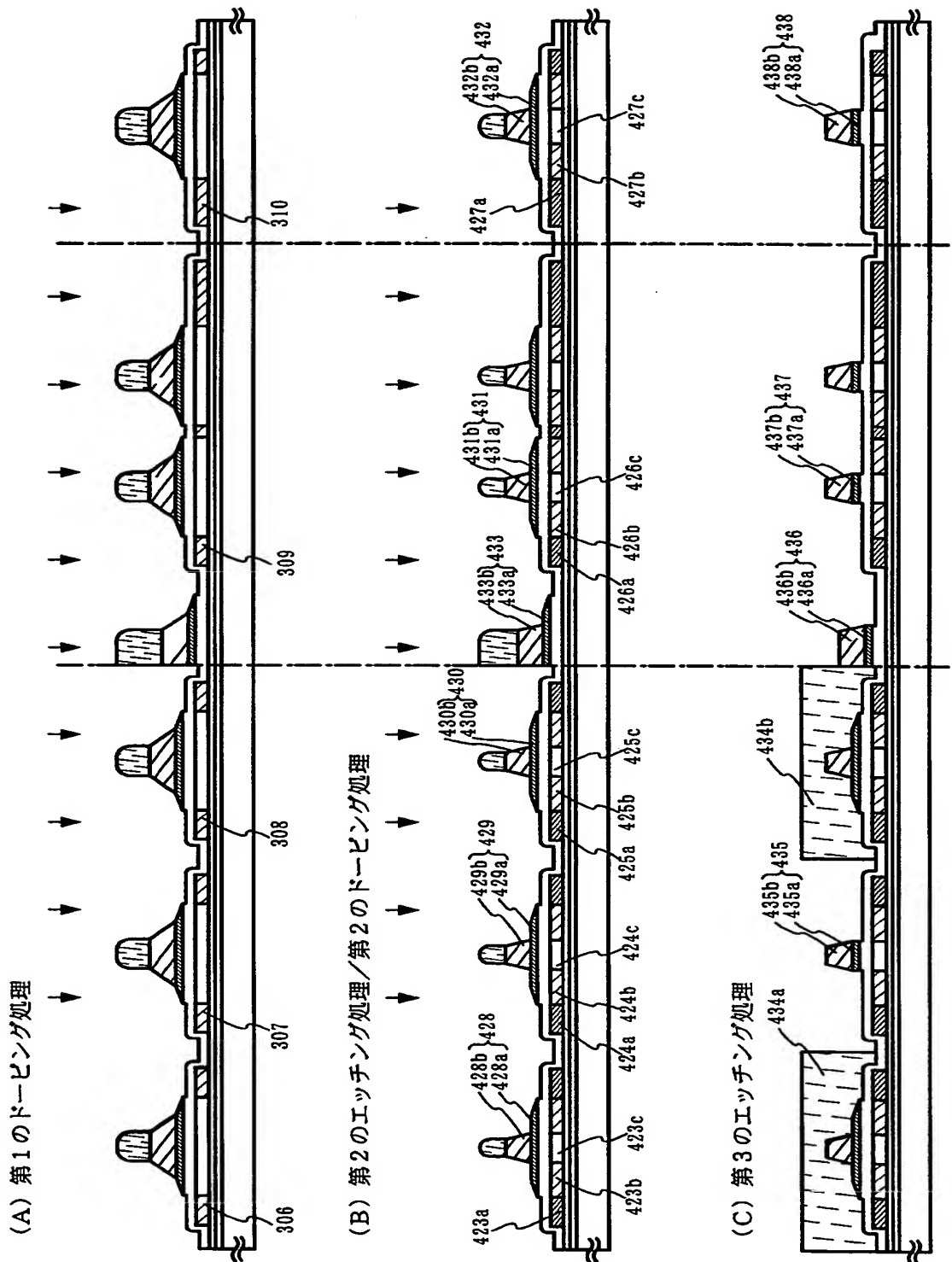
【図16】



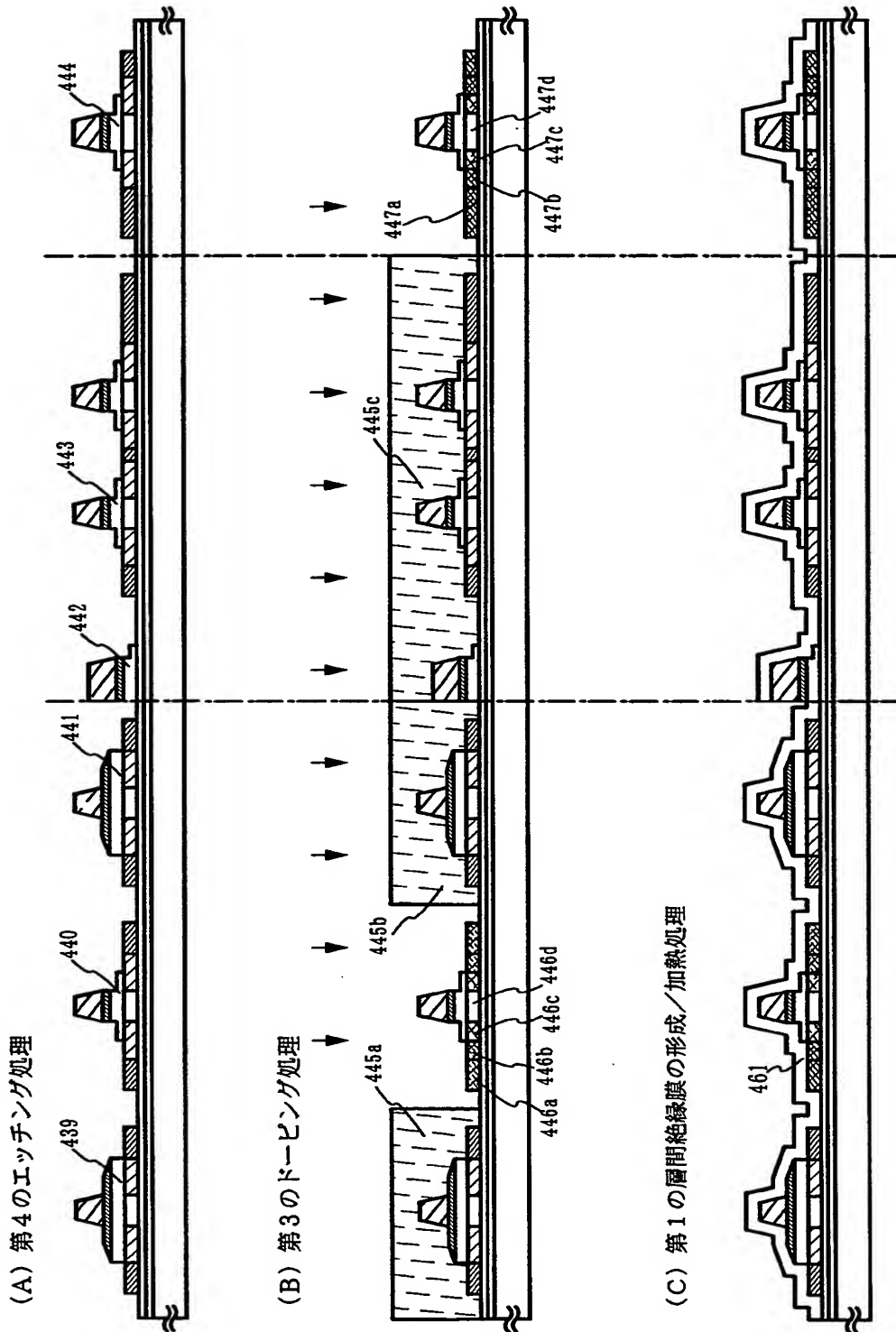
【図 17】



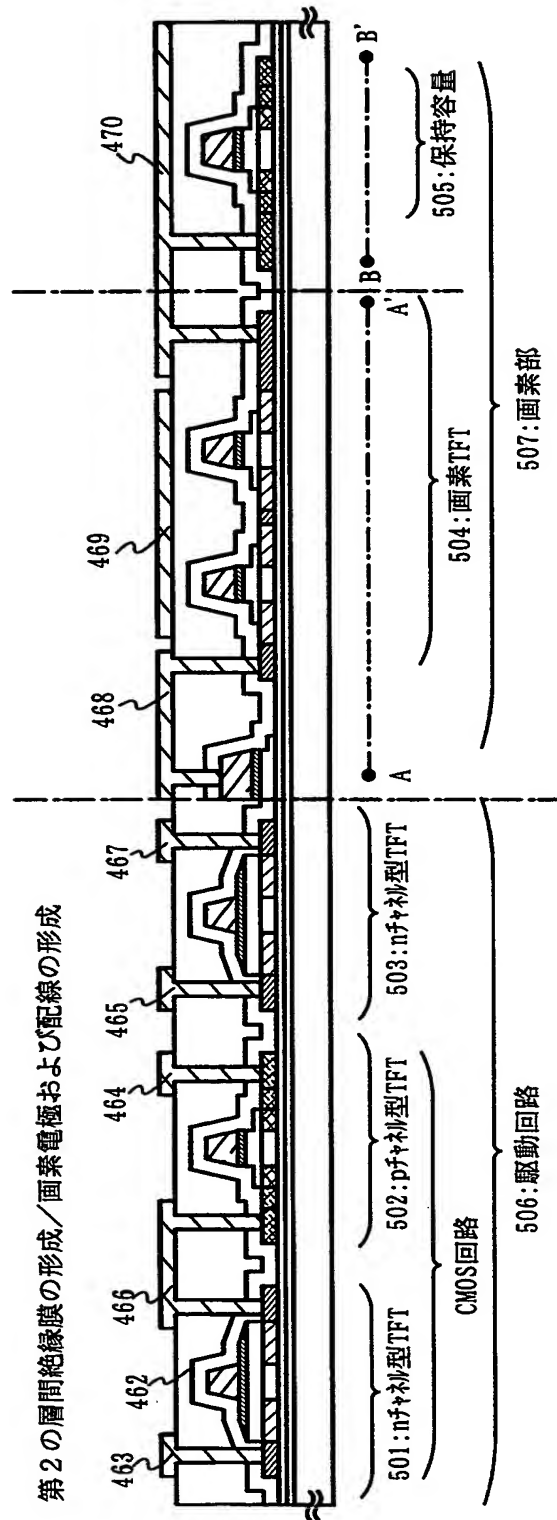
【図 1 8】



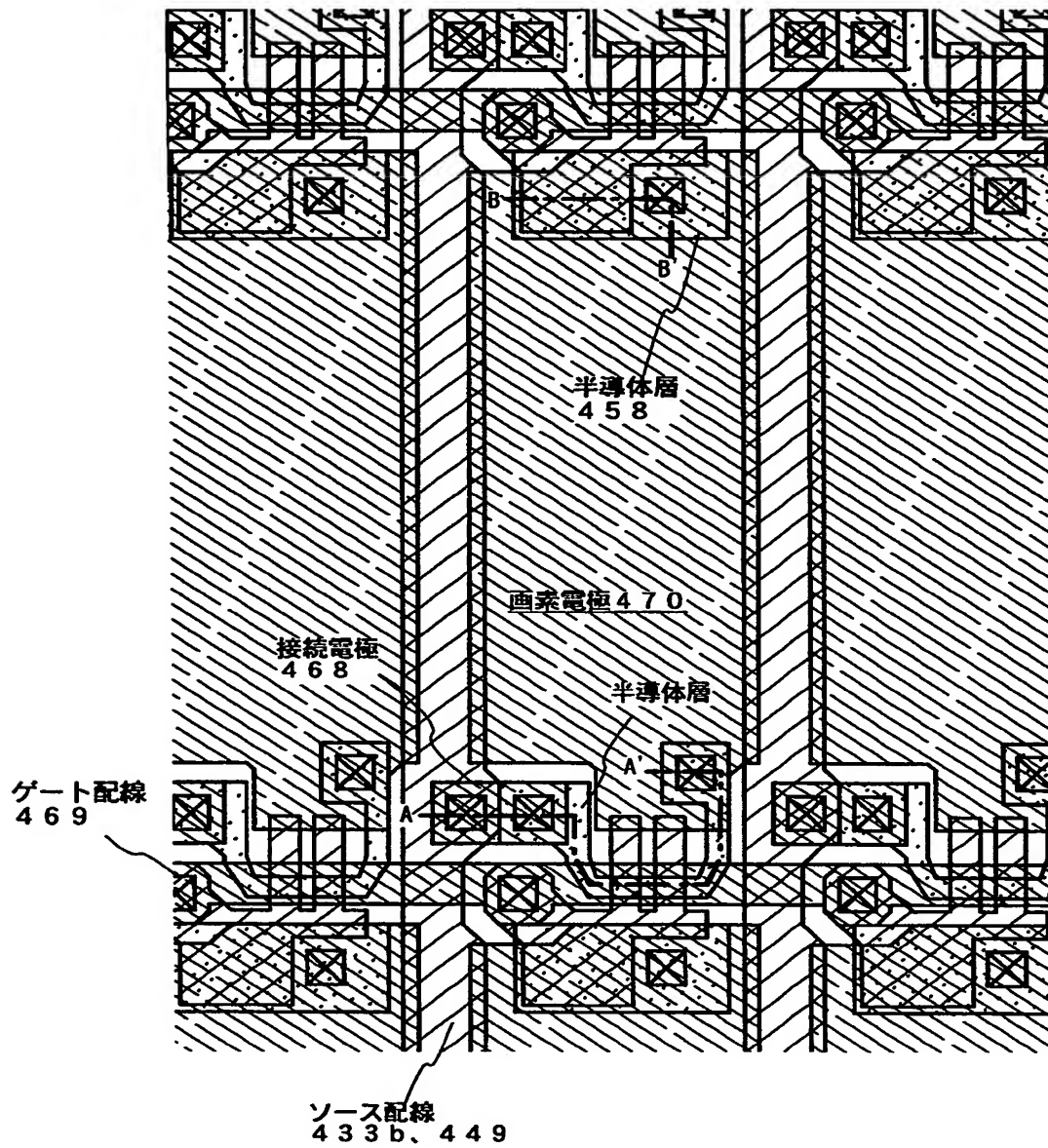
【図19】



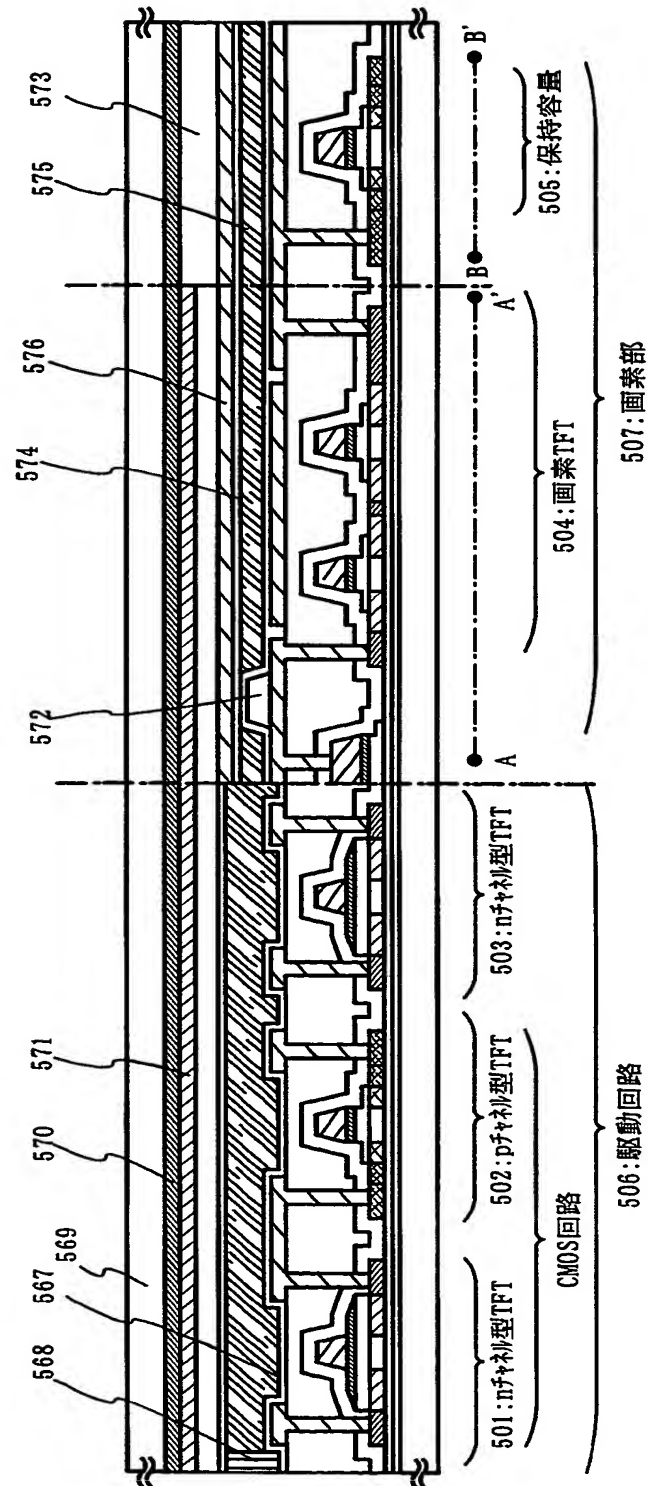
【図 2 0】



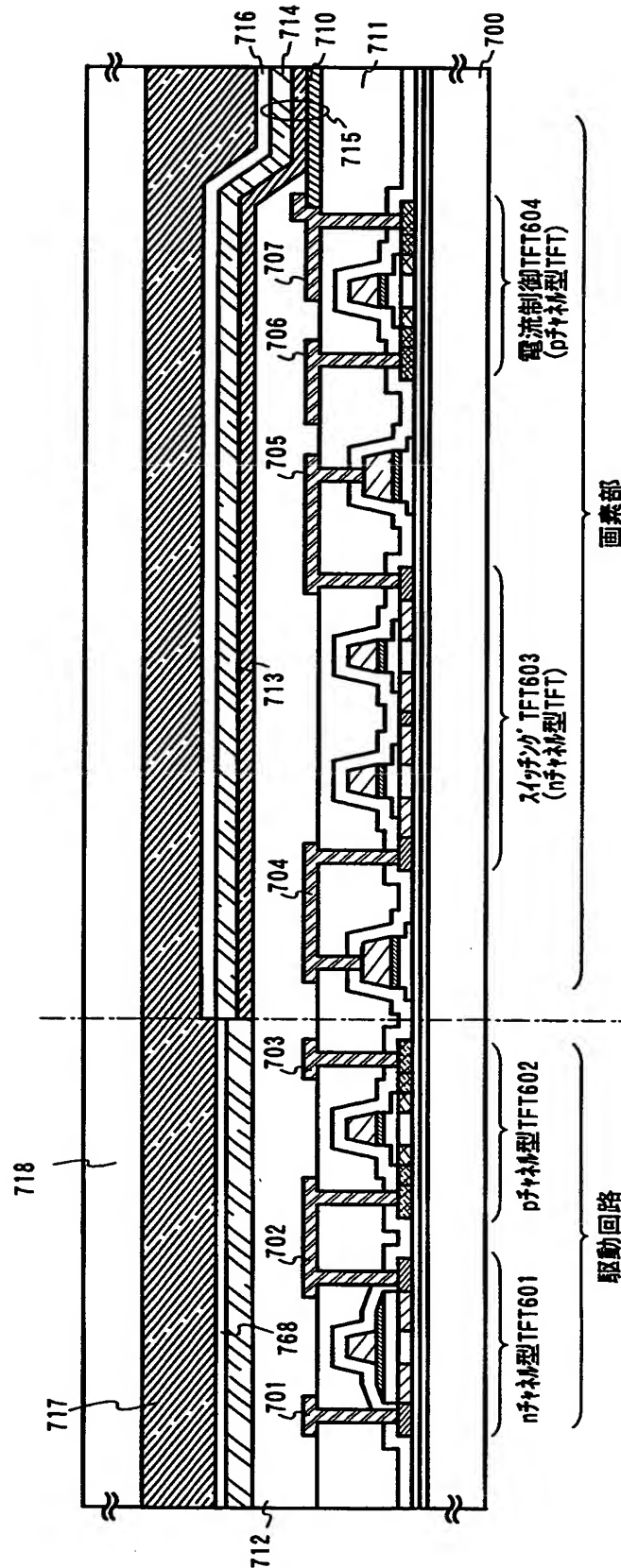
【図 2 1】



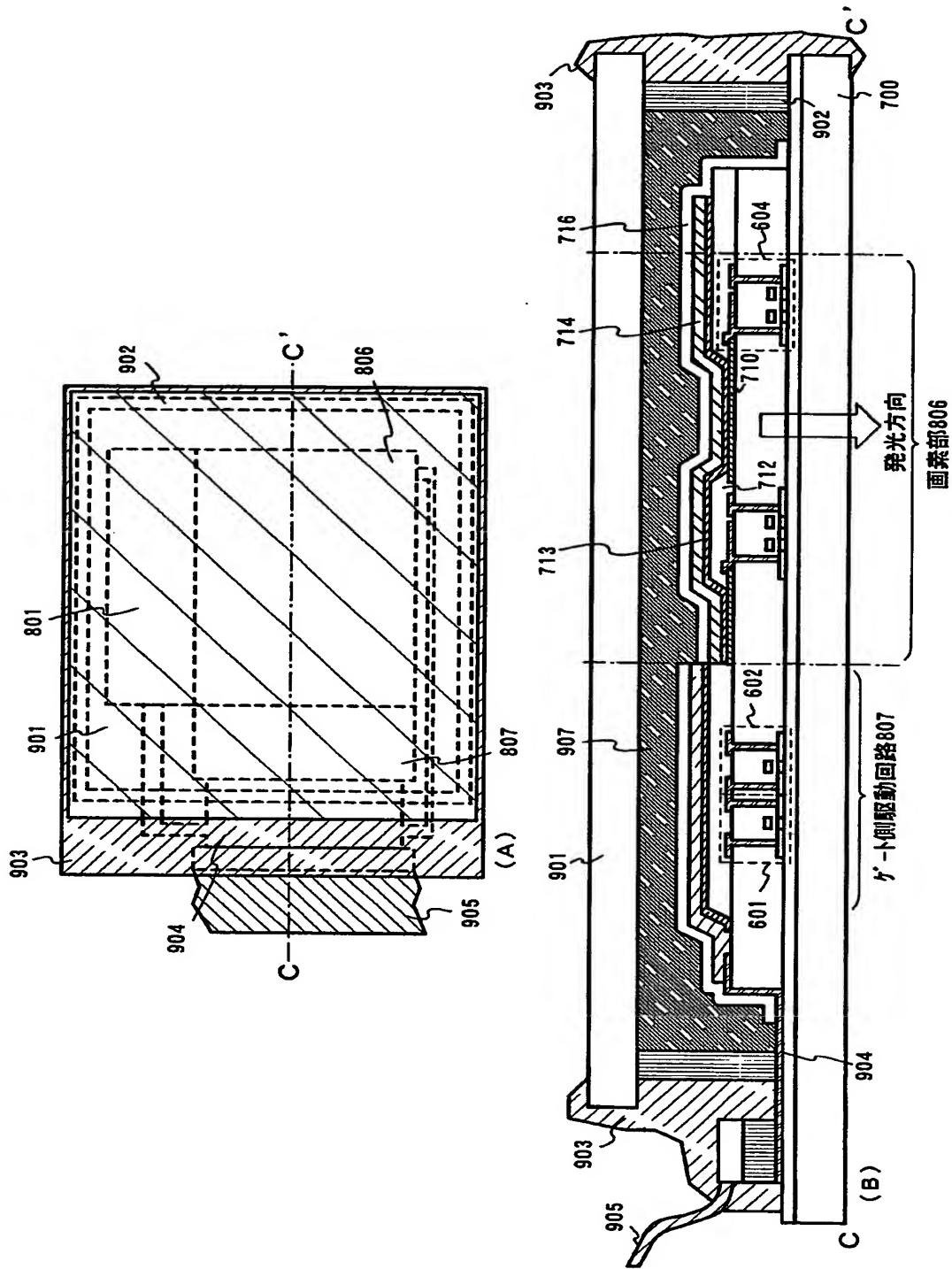
【図 2 2】



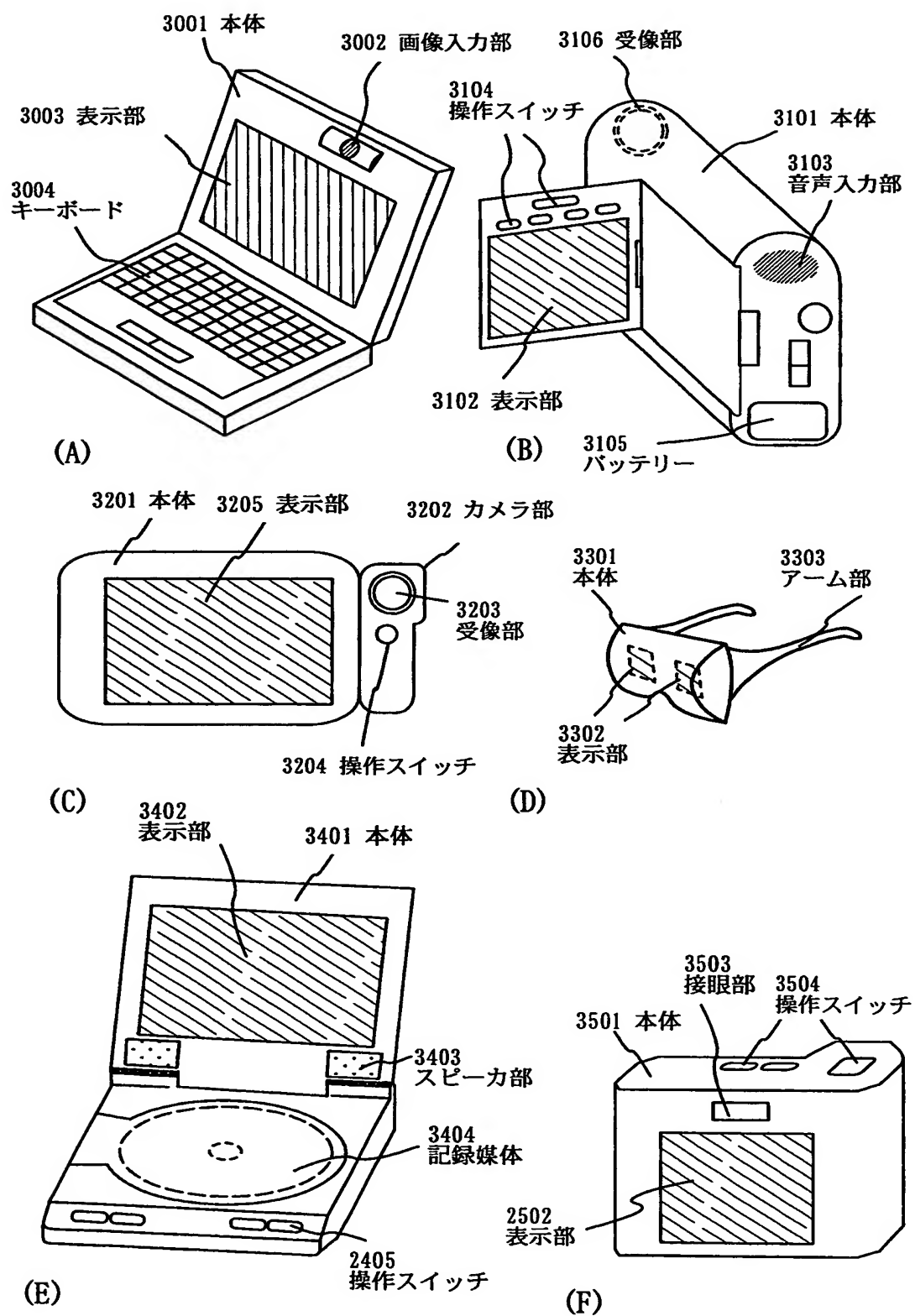
【図 2 3】



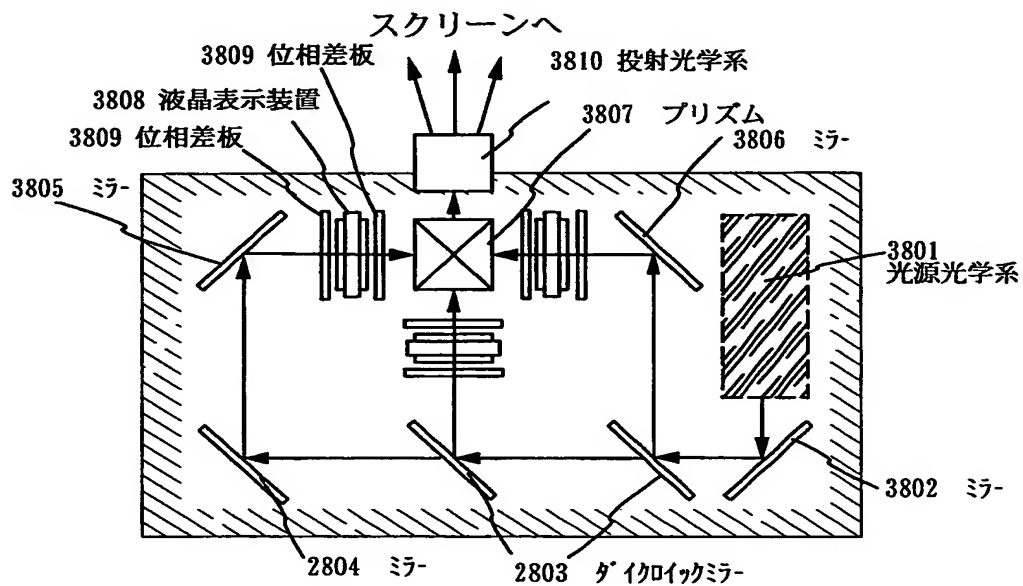
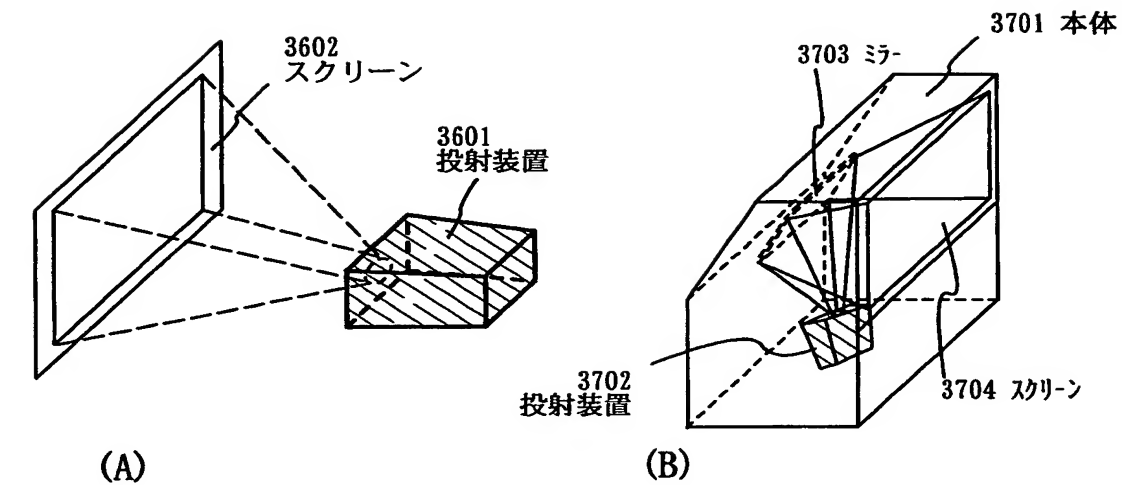
【図24】



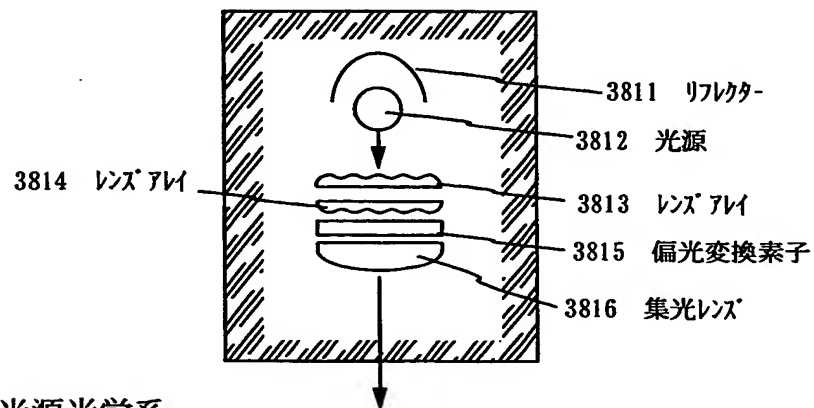
【図 25】



【図 26】

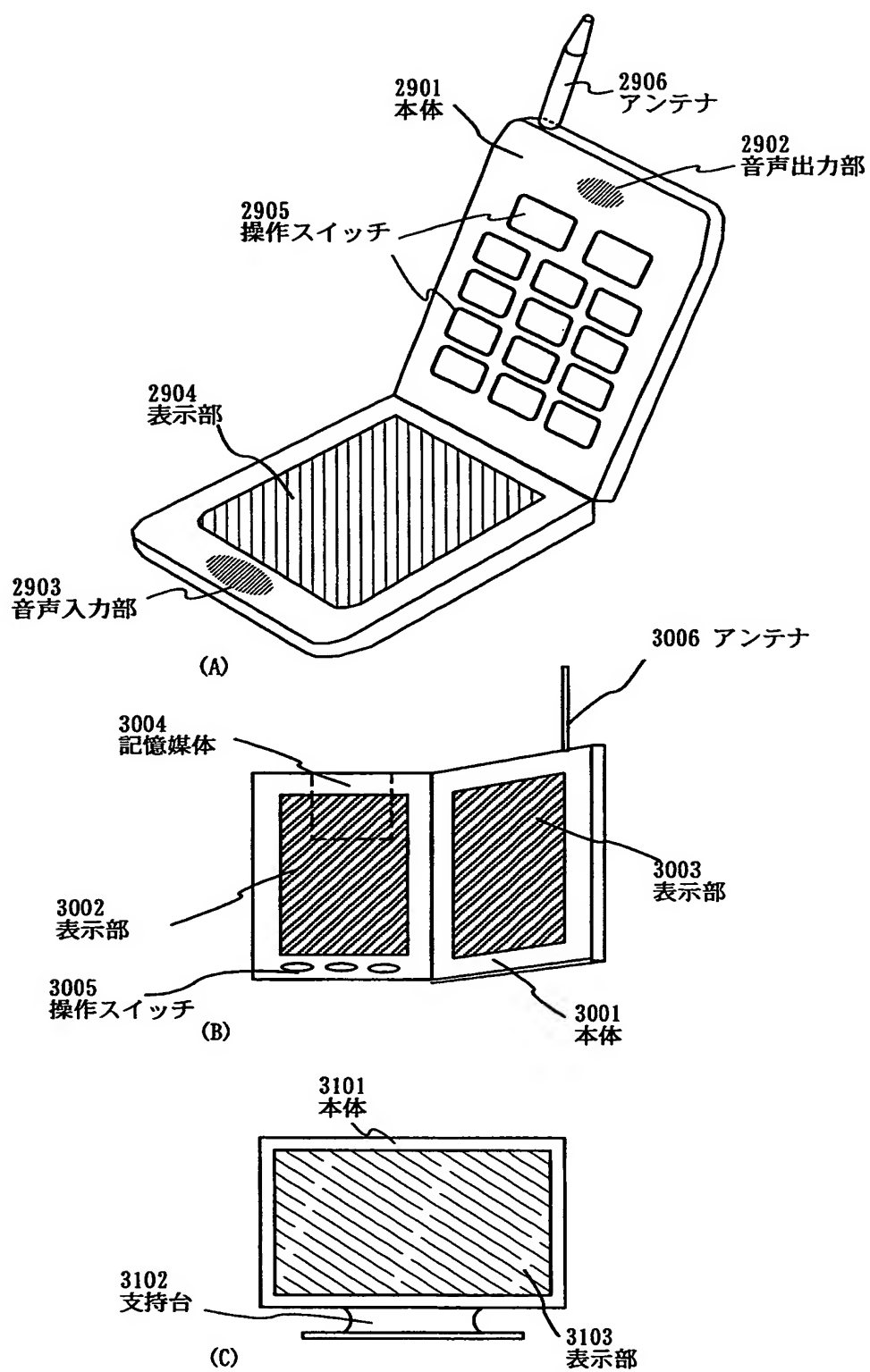


(C) 投射装置 (三板式)

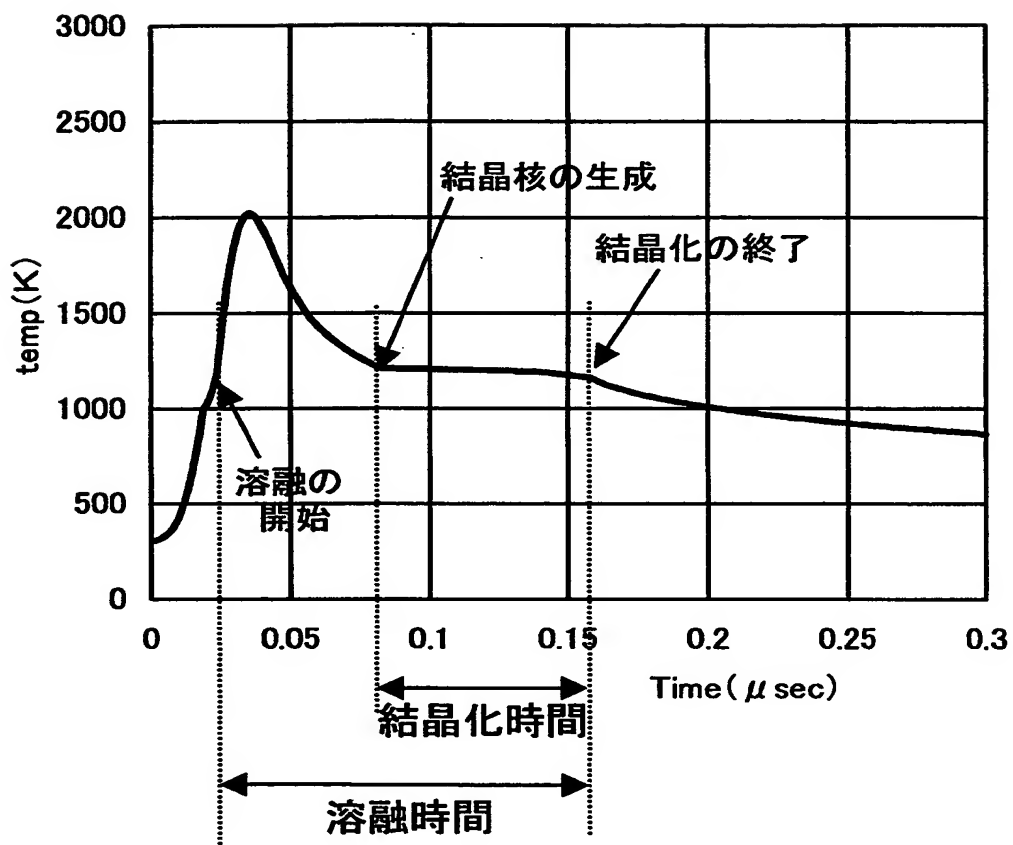


(D) 光源光学系

【図 27】



【図 2 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来に比較して、ランニングコストの低いレーザ照射装置およびそれを用いたレーザ照射方法において、従来と同程度、もしくはそれ以上の大きさの粒径の結晶粒を有する結晶質半導体膜を形成し、その結晶質半導体膜を用いて T F T を作製することにより、高速動作の可能な T F T を実現させることを目的とする。

【解決手段】

固体レーザを光源とする出力時間の短いレーザ光を半導体膜に照射する場合において、あるレーザ光に対して、他のレーザ光を遅延させて半導体膜に照射することで、前記半導体膜の冷却速度を緩やかなものにし、出力時間の長いレーザ光を半導体膜に照射する場合と同等、もしくはそれ以上の大きさの粒径の結晶粒を有する結晶質半導体膜を形成することを可能とする。このような結晶質半導体膜を用いて T F T を作製することにより、高速動作の可能な T F T を実現させることができる。

【選択図】 図 1

特 2 0 0 0 - 3 9 6 3 1 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 1 5 3 8 7 8]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 1 7 日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地

氏 名 株式会社半導体エネルギー研究所